

Studie
Abgestimmte Gesamtfassung (PDF-Version April 2012)

Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung in den Verbandsgebieten Kehdingen und Altes Land bei zu hohen Salzgehalten in der Elbe

Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Projektbüro Fahrrinnenanpassung

Inhalt:

Band 1 – Studie vom 25.02.2011

Band 2 – Fortschreibung vom 09.12.2011

Band 1 - Studie

Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung in den Verbandsgebieten Kehdingen und Altes Land bei zu hohen Salzgehalten in der Elbe

Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Projektbüro Fahrrinnenanpassung

25.02.2011

Impressum

Auftraggeber: **Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg**
Projektbüro Fahrrinnenanpassung
Moorweidenstraße 14
20148 Hamburg

Auftragnehmer: **Grontmij GmbH**
Niederlassung Stade
Harburger Straße 25
21680 Stade

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Guido Majehrke

Bearbeitungszeitraum: 10/ 2010 bis 02/ 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung (Neufassung 03.04.12)	1
2	Charakteristik des Planungsraums	3
2.1	Lage des Untersuchungsgebietes	3
2.2	Flächenbewirtschaftung und ländliche Entwicklung	4
2.3	Hydrogeologie und Baugrund	4
2.4	Hydraulische Rahmenbedingungen	5
2.4.1	Frostschutzberechnung	5
2.4.2	Viehtränke	7
2.4.3	Grenzwerte für die Nutzung von Elbwasser	7
3	Methodik der Untersuchung	10
3.1	Aufbau und Zielrichtung	10
3.2	Vorgehensweise und Planungsgrundlagen	12
4	Unterhaltungsverband Kehdingen	14
4.1	Nutzungsansprüche	14
4.2	Viehwirtschaft in Nordkehdingen	15
4.2.1	Ermittlung des Wasserbedarfs	15
4.2.2	Bewertung der grundlegenden Lösungsansätze	16
4.2.3	Ergebnisse – Versorgung aus dem öffentlichen Netz	17
4.2.3.1	Allgemeine Beschreibung	17
4.2.3.2	Hydraulische Vorbemessung	18
4.2.3.3	Maßnahmenkatalog und Kostenschätzung	19
4.3	Frostschutzberechnung im Obstanbau	20
4.3.1	Ermittlung des Wasserbedarfs	20
4.3.2	Bewertung der grundlegenden Lösungsansätze	22
4.3.3	Ergebnisse – Vergrößerung dezentraler Speicherräume	23
4.3.3.1	Allgemeine Beschreibung	23
4.3.3.2	Vorgehensweise	23
4.3.3.3	Defizitanalyse	25
4.3.3.4	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung	26
4.4	Kostenzusammenstellung	28
5	Unterhaltungsverband Altes Land – 1. Meile	29
5.1	Nutzungsansprüche	29
5.2	Ermittlung des Wasserbedarfes	31
5.3	Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe	33

	Seite
5.3.1	Allgemeines 33
5.3.2	Vorgehensweise 34
5.3.3	Exemplarische Ermittlung der Sielzugzeit und der Abflussleistung 35
5.3.4	Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit vom Salzgehalt 38
5.4	Ergebnisse – Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung 39
5.4.1	Nullvariante – Keine Reduzierung der Sielzugzeit 40
5.4.1.1	Defizitanalyse 40
5.4.1.2	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 42
5.4.2	Reduzierung der Sielzugzeit um 2 Stunden 42
5.4.2.1	Defizitanalyse 42
5.4.2.2	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 43
5.4.3	Reduzierung der Sielzugzeit um 4 Stunden 44
5.4.3.1	Defizitanalyse 44
5.4.3.2	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 45
5.4.4	Reduzierung der Sielzugzeit um 6 Stunden 46
5.4.4.1	Defizitanalyse 46
5.4.4.2	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 47
5.4.5	Wassertransport in den Hauptgewässern 48
5.5	Ergebnisse – Worst-Case-Szenario ohne Zuwässerung aus der Elbe 50
5.5.1	Bewertung grundlegender Lösungsansätze 50
5.5.2	Beschreibung der gewählten Maßnahmenkombination 51
5.5.3	Wasserdargebot der Nebenflüsse 52
5.5.4	Vergrößerung dezentraler Speicherräume / Beregnungsteiche 53
5.5.5	Einrichtung eines zentralen Speicherraumes 55
5.5.5.1	Lage und allgemeine Beschreibung 55
5.5.5.2	Zulauf von der Schwinge 56
5.5.5.3	Zulauf von der Lühe 58
5.5.5.4	Ablauf und weitere Verteilung in die Obstanbaugebiete 59
5.5.6	Fallbeispiel - Betrachtung eines durchschnittlichen Anbaubetriebes 61
5.5.7	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 63
5.6	Kostenzusammenstellung 65
6	Unterhaltungsverband Altes Land – 2. Meile 66
6.1	Nutzungsansprüche 66
6.2	Ermittlung des Wasserbedarfs 67
6.3	Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe 69
6.3.1	Allgemeines 69
6.3.2	Vorgehensweise 70
6.3.3	Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit vom Salzgehalt 71
6.4	Ergebnisse – Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung 71
6.4.1	Nullvariante – Keine Reduzierung der Sielzugzeit 72
6.4.1.1	Defizitanalyse 72
6.4.1.2	Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung 74
6.4.2	Reduzierung der Sielzugzeit um 2 Stunden 74

	Seite
6.4.2.1 Defizitanalyse	74
6.4.2.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung	75
6.4.3 Reduzierung der Sielzugzeit um 4 Stunden	76
6.4.3.1 Defizitanalyse	76
6.4.3.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung	78
6.4.4 Reduzierung der Sielzugzeit um 6 Stunden	78
6.4.4.1 Defizitanalyse	78
6.4.4.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung	80
6.4.5 Wassertransport in den Hauptgewässern	81
6.5 Worst-Case-Szenario – Unterbrochene Wasserentnahme aus der Elbe	82
6.5.1 Bewertung grundlegender Lösungsansätze	82
6.5.2 Beschreibung der gewählten Maßnahmenkombination	83
6.5.3 Wasserdargebot der Nebenflüsse	84
6.5.4 Vergrößerung dezentraler Speicherräume / Beregnungsteiche	85
6.5.5 Einrichtung zentraler Speicherräume	87
6.5.5.1 Speicherraum 1 - Zulauf von der Lühe	88
6.5.5.2 Speicherraum 2 - Zulauf von der Este	90
6.5.5.3 Speicherraum 3 - Zulauf von der Este	91
6.5.5.4 Ablauf und weitere Verteilung in die Obstanbaugebiete	92
6.5.6 Fallbeispiel - Betrachtung eines durchschnittlichen Anbaubetriebes	93
6.5.7 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung	94
6.6 Kostenzusammenstellung	97
7 Zusammenfassung	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Quelle: Google Maps)	3
Abbildung 2: Salzgehalte am Siel Nalje (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]	8
Abbildung 3: Salzgehalte am Sperrwerk Schwinge (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]	8
Abbildung 4: Salzgehalte am Sperrwerk Lühe (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]	9
Abbildung 5: Nordkehdingener Außendeich (Quelle: Google Maps)	15
Abbildung 6: Alternative Wasserbereitstellung in Kehdingen (vgl. Anhang A-1)	24
Abbildung 7: UHV Altes Land – 1. Meile (Quelle: Google Maps)	29
Abbildung 8: Tidekurve vom Mai 1991 (Pegel Stadersand), Elbdeichsiel Twielenfleth	35
Abbildung 9: Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – 1. Meile (vgl. Anhang B-1)	41
Abbildung 10: UHV Altes Land – 2. Meile (Quelle: Google Maps)	66
Abbildung 11: Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – 2. Meile (vgl. Anhang B-2)	73

	Seite
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Viehwirtschaft in Nordkehdingen	19
Tabelle 2: Wasserbedarf für den Obstanbau im UHV Kehdingen	21
Tabelle 3: Wasserbedarf für den Obstanbau außerhalb des UHV Kehdingen	21
Tabelle 4: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Obstanbau in Kehdingen	27
Tabelle 5: Berechnungsflächen in der 1. Meile Alten Landes	31
Tabelle 6: Gesamt-Wasserbedarf in der 1. Meile Alten Landes pro Berechnungsnacht	32
Tabelle 7: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Nullvariante, 1. Meile	42
Tabelle 8: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 2-h-Reduzierung, 1. Meile	44
Tabelle 9: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 4-h-Reduzierung, 1. Meile	45
Tabelle 10: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 6-h-Reduzierung, 1. Meile	48
Tabelle 11: Gesamt-Speicherbedarf in der 1. Meile Alten Landes (2 Nächte)	54
Tabelle 12: Dezentrales Speichervolumen (2,5% der Anbaufläche) in der 1. Meile	55
Tabelle 13: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 1, 1. Meile	63
Tabelle 14: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 2, 1. Meile	64
Tabelle 15: Berechnungsflächen in der 2. Meile Alten Landes (inkl. EV Estemarsch)	67
Tabelle 16: Gesamt-Wasserbedarf in der 2. Meile Alten Landes	68
Tabelle 17: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 2-h-Reduzierung, 2. Meile	76
Tabelle 18: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 4-h-Reduzierung, 2. Meile	78
Tabelle 19: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 6-h-Reduzierung, 2. Meile	81
Tabelle 20: Gesamt-Speicherbedarf in der 2. Meile Alten Landes	86
Tabelle 21: Dezentrales Speichervolumen (2,5% der Anbaufläche) in der 2. Meile	87
Tabelle 22: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 1, 2. Meile	95
Tabelle 23: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 2, 1. Meile	96

Anhang

Anhang A-1	Bestandserfassung und Defizitanalyse – UHV Kehdingen
Anhang A-2	Bestandserfassung – 1. Meile Alten Landes
Anhang A-3	Bestandserfassung – 2. Meile Alten Landes
Anhang B-1	Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – Defizitanalyse 1. Meile
Anhang B-2	Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – Defizitanalyse 2. Meile
Anhang C-1	Hydraulische Nachweise – Zentraler Speicherraum 1. Meile, Durchfluss Siele
Anhang C-2	Hydraulische Nachweise – Zentraler Speicherraum 1. Meile, Durchfluss Gewässer
Anhang D-1	Hydraulische Nachweise – Zentrale Speicherräume 2. Meile, Durchfluss Siele
Anhang D-2	Hydraulische Nachweise – Zentrale Speicherräume 2. Meile, Durchfluss Gewässer

Planverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte	M. 1 : 100.000
Anlage 2.1	Bestandslageplan – UHV Kehdingen	M. 1 : 50.000
Anlage 2.2	Bestandslageplan – UHV Altes Land – 1. Meile	M. 1 : 25.000
Anlage 2.3	Bestandslageplan – UHV Altes Land – 2. Meile	M. 1 : 25.000
Anlage 3.1	Maßnahmenplanung Nordkehdingen Außendeich	M. 1 : 50.000
Anlage 3.2	Maßnahmenplanung UHV Kehdingen	M. 1 : 50.000
Anlage 4.1	Maßnahmenplanung 1. Meile – Reduzierte Sielzugzeiten	M. 1 : 25.000
Anlage 4.2	Maßnahmenplanung 1. Meile – Worst-Case-Szenario	M. 1 : 25.000
Anlage 4.3	Geländehöhenplan 1. Meile – Zentraler Speicherraum	M. 1 : 25.000
Anlage 5.1	Maßnahmenplanung 2. Meile – Reduzierte Sielzugzeiten	M. 1 : 25.000
Anlage 5.2	Maßnahmenplanung 2. Meile – Worst-Case-Szenario	M. 1 : 25.000
Anlage 5.3	Geländehöhenplan 2. Meile – Zentrale Speicherräume	M. 1 : 25.000

Literaturverzeichnis

- [1] STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALL, Stade (08.02.1994): Wöhrdener Schleusenverband. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [2] BASSENFLETER SCHLEUSENVERBAND UND TWIELENFLETER SCHLEUSENVERBAND, Hollern-Twielenfleth (08.01.1993): Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [3] STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALL, Stade (03.05.1993): Hollerner Binnenschleusenverband. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [4] ING.-BÜRO SCHMIDT & RIETZKE, Bremervörde (31.01.2001): Wasser- und Bodenverband Agathenburger Moor. Rahmenentwurf für die Frostschtz- und Feuchtbewässerung.
- [5] ING.-BÜRO PETER SCHRÖDER, Bremervörde (20.03.1993): Wetterndorfer Entwässerungsverband. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [6] ING.-GEMEINSCHAFT NACK - SCHRÖDER, Bremervörde (12.11.1982): Guderhandvierteler Vorschleusenverband. Rahmenentwurf für die Frostschtzberegnung.
- [7] ING.-BÜRO PETER SCHRÖDER, Bremervörde (10.11.1992): Wasser- und Bodenverband Neuenschleuse-Wisch. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [8] ING.-BÜRO PETER SCHRÖDER, Bremervörde (30.06.1992): Schleusenverband Hohenfelde. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.
- [9] STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALL, Stade (10.05.1996): Neuenkirchener Vorschleusenverband. Rahmenentwurf für die Frostschtzbewässerung.

- [10] ING.-GEMEINSCHAFT NACK - SCHRÖDER, Bremervörde (15.02.1984): Wasser- und Bodenverband Jork-Borstel-Ladekop. Rahmenentwurf für die Frostschtzbevässerung.
- [11] ING.-BÜRO PETER SCHRÖDER, Bremervörde (10.10.1992): Schleusenverband Königreich-Westmoorende. Rahmenentwurf für die Frostschtzbevässerung.
- [12] ING.-BÜRO PETER SCHRÖDER, Bremervörde (04.09.1992): Schleusenverband Cranz-Leeswig-Hinterbrack. Rahmenentwurf für die Frostschtzbevässerung.
- [13] ING.-GEMEINSCHAFT NACK - SCHRÖDER, Bremervörde (24.01.1986): Entwässerungsverband Estemarsch. Rahmenentwurf für die Frostschtzbevässerung.
- [14] WSA HAMBURG (2001-2010): Auswertung kontinuierlicher Messungen der Leitfähigkeit des Elbwassers an verschiedenen Stationen. Übergeben als pdf-Datei.
- [15] UHV KEHDINGEN / OVA JORK / LK STADE (15.01.2011): Angaben zur Lage und Größe von Obstanbaubetrieben im Verbandsgebiet des UHV Kehdingen. Übergeben in Form von Planauszügen und Listen.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung (Neufassung 03.04.12)

In den niedersächsischen Verbandsgebieten der Unterhaltungsverbände (UHV) Altes Land und Kehdingen wird seit jeher Elbwasser für landwirtschaftliche Zwecke verwendet. In der Regel wird das benötigte Wasser über die im Deich befindlichen Sielbauwerke aus der Elbe in die Verbandsgebiete eingelassen und dort über Wettern und Gräben bis in die Anbauflächen hinein verteilt. Nutzungsansprüche bestehen einerseits für die Viehtränke und andererseits für die Frostschtzberegnung und die Bewässerung von Obstbaumkulturen. Dabei übersteigen die für die Frostschtzberegnung benötigten Wassermengen den Bedarf der anderen Nutzungsarten deutlich. Während einer einzigen Beregnungsnacht werden im Alten Land mehrere Millionen Kubikmeter Wasser verregnet.

In Kehdingen wurden nach Angaben des UHV bislang vorrangig bei der Wasserversorgung des Nordkehdingener Außendeichs Probleme festgestellt. Im ehemaligen Deichvorland zwischen der Ostemündung und Freiburg sind ausgedehnte Weideflächen vorhanden, die versorgungstechnisch nicht erschlossen sind. Für die Viehtränke ist das Elbwasser aufgrund der hohen Salzgehalte nahe der Elbmündung schon heute nur begrenzt nutzbar. Der Obstanbau spielt in Kehdingen zwar nur eine untergeordnete Rolle, dennoch wird vereinzelt Beregnungswasser aus der Elbe oder den Nebengewässern entnommen. Dagegen bestehen für den Ackerbau keine nennenswerten Wasserbedarfe.

Für die Obstanbauflächen des Alten Landes steht aktuell noch ausreichend Wasser in geeigneter Qualität zur Verfügung. Aufgrund von Klimaveränderungen (frühere Blütezeit und längerer Frost) sowie der Vergrößerung der Beregnungsflächen ist der Bedarf an geeignetem Beregnungswasser allerdings in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Über den heutigen Stand hinaus sind in Zukunft weitere Steigerungen des Wasserbedarfes zu erwarten. Wege zur Sicherstellung der Wasserversorgung in den einzelnen Verbandsgebieten, auch bei einem verstärkten Einsatz der Frostschtzberegnung, wurden bereits in den 1980`er und 1990`er Jahren in den sogenannten „Rahmenentwürfen für die Frostschtzbe-wässerung“ aufgezeigt. Von der Annahme ausgehend, dass die Qualität des Elbwassers unverändert bleibt, wurden darin für verschiedene Entwicklungsstufen die notwendigen wasserbaulichen Maßnahmen definiert.

Im September 2006 wurde der Planfeststellungsantrag für eine weitere Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Erfordernisse der Containerschifffahrt gestellt. Im Zuge der Planungen wurde die Wirkung der Fahrrinnenanpassung auf den Salztransport in der Tideelbe und darauf aufbauend der Einfluss der Maßnahme auf die landwirtschaftliche Nutzung des Elbwassers gutachterlich untersucht. Die Untersuchungen haben ergeben, dass die vorhabensbedingten Veränderungen der Tide-dynamik eine stromaufwärts gerichtete Verschiebung der Brackwassergrenze sowie eine Veränderung der Salzgehalte innerhalb der Brackwasserzone bewirken. Die Größe der ermittelten Veränderung ist jedoch ungeeignet, in der Natur im Alten Land messbare Veränderungen beim Salzgehalt des Elbwas-sers hervorzurufen. Die landwirtschaftliche Nutzbarkeit des Elbwassers wird durch die Anpassung der Fahrrinne im Bereich Kehdingen in einem geringen Maße herabgesetzt.

Die Unterhaltungsverbände entlang der Tideelbe teilen diese Einschätzung nicht. Unter Berücksichti-gung des globalen Klimawandels besteht die Befürchtung, dass bereits geringste Verschiebungen der Salzgehalte in der Elbe dazu führen, dass eine Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung des Elbwassers in den Verbandsgebieten entsteht. Große Defizite werden besonders für die Obstanbauge-biete im Alten Land erwartet, insbesondere wenn die Frostschtzberegnung in den Anbaugebieten wei-ter ausgedehnt wird. Für die Verbände ist es unerlässlich, dass auch in Zukunft genügend geeignetes Wasser für landwirtschaftliche Zwecke zur Verfügung steht. Geht man also davon aus, dass es künftig zu einer Überschreitung der Grenzwerte für den Salzgehalt an den Einlassbauwerken in den Verband-gebieten kommt, müssen Alternativen für die Wasserbereitstellung aus der Elbe gefunden werden.

Die Grontmij GmbH – NL Stade ist vom Projektbüro Fahrrinnenanpassung des WSA Hamburg am 30.09.2010 mit der Erarbeitung eines ganzheitlichen Konzeptes beauftragt worden, welches unabhängig von den Ergebnissen der gutachterlichen Untersuchungen der BAW zur geplanten Fahrrinnenanpassung für den rein vorsorglichen und abstrakten Fall einer Überschreitung der Grenzwerte an den Einlassbauwerken eine durchgängige Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Nutzflächen gewährleistet. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf die bereits bestehenden Vorstellungen der jeweiligen Unterhaltungsverbände gelegt.

Laut Aufgabenstellung des TdV vollzieht sich die Ausarbeitung der Studie vor diesem Hintergrund in mehreren Teilschritten, welche nachfolgend aufgeführt werden und die sich in der Gliederung des vorliegenden Erläuterungsberichtes widerspiegeln:

- Bestandserfassung mit Ermittlung der heutigen Wasserverfügbarkeit
- Ermittlung des zukünftigen Wasserbedarfs
- Aufzeigen von bestehenden oder zukünftigen Defiziten bei der Wasserversorgung
- Entwicklung eines Konzepts zur alternativen Wasserbereitstellung

Das vorliegende Konzept bildet die Grundlage für Lösungsansätze, auf die die beteiligten Partner bei Bedarf in beliebiger Abstufung zurückgreifen können.

2 Charakteristik des Planungsraums

2.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 1) liegt links der Elbe in Niedersachsen und umfasst im Wesentlichen die Verbandsgebiete der Unterhaltungsverbände (UHV) Kehdingen und Altes Land.

Begrenzt wird das Untersuchungsgebiet im Nordwesten durch die Oste und im Südosten durch die Hamburgische Landesgrenze bzw. die Este. Das Untersuchungsgebiet liegt vollständig im Einzugsbereich der Elbe. Zum Untersuchungsgebiet gehören die Nebenflüsse Oste, Schwinge, Lühe und Este sowie diverse Marschengewässer im Einzugsgebiet.

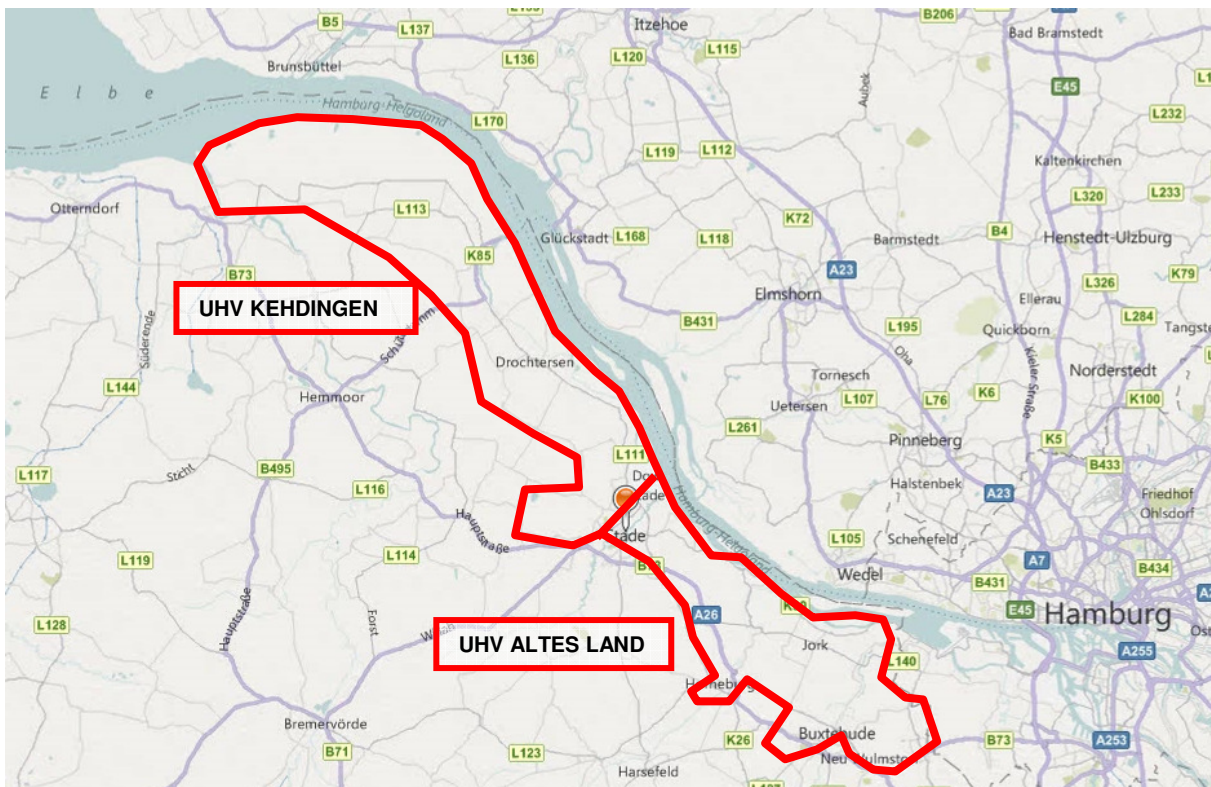


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Quelle: Google Maps)

Die Fläche des Unterhaltungsverbandes Kehdingen beträgt rd. 31.197 ha, das Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes Altes Land ist rd. 20.094 ha groß. Grenze zwischen den Unterhaltungsverbänden ist die Schwinge bei Stade. Beide Unterhaltungsverbände fungieren als Dachverband für mehrere Mitgliederverbände und übernehmen deren organisatorische und verwaltungsrechtliche Aufgaben.

Innerhalb des UHV Altes Land wird zur näheren Abgrenzung von Teilgebieten häufig zwischen der 1. Meile (Schwinge bis Lühe) und der 2. Meile (Lühe bis Este) unterschieden. Darüber hinaus ließe sich das Untersuchungsgebiet nochmals - entsprechend der jeweiligen Einzugsgebiete der Einlassbauwerke für die Zuwässerung - in rd. 35 Einzelsysteme untergliedern.

2.2 Flächenbewirtschaftung und ländliche Entwicklung

Ganz überwiegend werden die Flächen im Untersuchungsraum landwirtschaftlich genutzt. Während im UHV Kehdingen die Viehwirtschaft und der Ackerbau dominieren, wird im UHV Altes Land intensiver Obstanbau betrieben. Das Alte Land wird als das größte zusammenhängende Obstanbaugebiet Europas bezeichnet. In den vergangenen Jahrzehnten hat die Intensität des Obstanbaus in der Region immer mehr zugenommen; heute sind die Betriebe weitgehend industrialisiert und betriebswirtschaftlich ausgerichtet.

Neben dem Deichbau war die Herstellung künstlicher Entwässerungssysteme eine wesentliche Voraussetzung für die Besiedelung der Marsch. In den Elbmarschen ist die Vorflut im Allgemeinen tideabhängig, das Oberflächenrelief ist recht flach und das Geländeniveau liegt teilweise unterhalb NN. Oberflächengefälle ist kaum vorhanden und der anstehende, weiche Marschboden ist praktisch wasserundurchlässig. Insgesamt sind die Voraussetzungen für eine rentable Flächenbewirtschaftung angesichts dieser Rahmenbedingungen eher ungünstig.

Ursprünglich wurde die Oberflächenentwässerung in dieser Region über rd. 20 m breite, gewölbte Beetstrukturen mit dazwischen liegenden Mulden („Gruppen“) erreicht. Anfallendes Niederschlagswasser wurde seitlich abgeleitet und über die Gruppen abgeführt, so dass die Beetflächen weitgehend trocken gehalten wurden und eine landwirtschaftliche Nutzung – wenn auch mit Einschränkungen – möglich war. Um die Flächenentwässerung zu verbessern und den Wasserstand weiter abzusenken, wurden die Gruppen oft zu Beetgräben vertieft, später wurden Dränagerohre eingezogen.

Mit den steigenden Anforderungen an die Flächenbewirtschaftung im Obstanbau wurde das Entwässerungssystem im Planungsraum immer weiter ausgebaut. So ist über Jahrzehnte ein komplexes, künstliches Be- und Entwässerungssystem entstanden, das aus einem Netz aus Gewässern, Gräben, Rohrleitungen und Dränagen besteht (Polderung, Melioration). Durch den Einsatz von Schöpfwerken wird die Vorflut sichergestellt und der Wasserstand in den Poldern auf einem niedrigen Niveau gehalten.

Die hydraulischen Fließvorgänge im System folgen keinen natürlichen Prozessen, sondern werden vorrangig durch den Siel- und Schöpfwerksbetrieb bestimmt. Die Vorgaben zu den Ein- und Ausschaltwasserständen der Schöpfwerke richten sich zumeist nach den Anforderungen der Betriebe in Hinblick auf eine ordnungsgemäße Flächenentwässerung. In den gepolderten Wettern und Gräben ist der Wasserstand bis auf die Dräntiefe abgesenkt, die in der Regel bei 2 bis 3 m unter Geländeoberkante liegt. Nur in den Hauptvorflutern, die auch zur Bewässerung dienen, liegt der Wasserspiegel höher.

2.3 Hydrogeologie und Baugrund

Der Planungsraum liegt in der linksseitigen Elbmarsch, dem Urstromtal der Elbe. In dieser Region werden die pleistozänen Elbsande von mächtigen Auesedimenten, den sogenannten Marschensedimenten, überlagert. Im Nahbereich zur Elbe beträgt die Mächtigkeit dieser Deckschichten mehrere Meter, teilweise sogar mehr als 10 m. Lokal kann die Mächtigkeit der Kleiauflage um einige Dezimeter bis zu wenigen Metern schwanken. In den Übergangsbereichen zum Geestrand werden die mineralischen Kleiböden zunehmend durch organische Torfe überlagert oder ersetzt.

Unterhalb der weichen Deckschichten liegen die pleistozänen Sande, die den Hauptgrundwasserleiter bilden. Sie stehen in direktem Kontakt zu den Geestsanden, wodurch ein durchgehender Grundwasserleiter gebildet wird. Wegen der Höhenverhältnisse und der Abhängigkeit von der Elbe als Hauptvorfluter

ist die Strömungsrichtung des Grundwassers im Planungsraum prinzipiell von Südwest nach Nordost gerichtet.

Wegen des erheblichen Druckhöhengefälles des Grundwassers von der Geest zur Marsch hin steht das Grundwasser im Marschbereich in der Regel gespannt an. Im Planungsraum liegen überwiegend teilgespannte Verhältnisse vor, d.h. das Grundwasser drückt auf ein Höhenniveau im Bereich der Deckschichten, liegt jedoch noch unterhalb der Geländeoberfläche. Durch die landwirtschaftliche Dränierung und Polderung wird der Grundwasserstand außerdem großräumig abgesenkt.

In einem südlich angrenzenden Moorgürtel stehen überwiegend Torfe und Mudden an, die zwar als geringdurchlässig gelten, aber eine höhere Durchlässigkeit aufweisen als die andernorts vorhandenen, mineralischen Kleiböden. Die überwiegend torfigen Schichten haben eine sehr große Wasserspeicherkapazität, sie können ein Vielfaches ihres Eigengewichtes an Wasser zurückhalten.

2.4 Hydraulische Rahmenbedingungen

2.4.1 Frostschutzberegnung

Wichtigstes Merkmal der lokalen Wasserwirtschaft ist die ausreichende und schnelle Verfügbarkeit von Frostschutzberegnungswasser. Für die Frostschutzberegnung werden erhebliche Wassermengen benötigt, wobei das Beregnungswasser in der Regel aus der Elbe oder ihren Nebenflüssen entnommen wird.

Zum Schutz vor Ernteaufällen ist die Frostschutzberegnung in der Obstanbauregion an der Unterelbe unverzichtbar geworden. Kommt es während der Obstblüte im April / Mai zu Nachtfrösten, werden die Obstbäume flächendeckend und kontinuierlich beregnet, so dass sich ein schützender Eispanzer um die Blüten legt. Auf diese Weise werden die empfindlichen Blüten vor der direkten Frosteinwirkung geschützt. Ernteaufälle, deren Schadenspotenzial in die Millionen gehen kann, werden auf diese Weise zuverlässig vermieden. In der Regel erfolgt die Frostschutzberegnung gleichzeitig und flächendeckend im gesamten Alten Land, woraus sich im Gegensatz zur befeuchtenden Beregnung ein wesentlich höherer Wassermengenbedarf ergibt. Während einer einzigen Beregnungsnacht werden im Alten Land mehrere Millionen Kubikmeter Wasser verregnet.

Rechtzeitig vor der Obstblüte wird der Regelwasserstand im Gewässersystem durch den zuständigen Verband um mehrere Dezimeter angehoben. Dieser Vorgang wird auch als „Spieren“ bezeichnet. Vor der Verbreitung der Frostschutzberegnung diente das Spieren in erster Linie der Anhebung der Temperatur in der Obstanbaufläche, indem der Effekt des Wärmespeichervermögens eines Wasserkörpers ausgenutzt wurde; heute wird durch das Spieren vorrangig das verfügbare Wasservolumen im Gebiet vergrößert. Die benötigten Wassermengen werden über die Deichsiele in das Obstanbaugebiet geleitet und anschließend im natürlichen Gefälle über das Gewässer- und Grabennetz in alle Bereiche der Anbaufläche hinein verteilt. Auf diesem Wege werden auch die betriebseigenen Beregnungsteiche mit Wasser befüllt, in denen ein zusätzlicher Wasservorrat direkt vor Ort gespeichert wird. Allerdings reicht das gespeicherte Wasservolumen allein nicht aus, um die Frostschutzberegnung im Alten Land sicherzustellen; ursprünglich waren die Beregnungssysteme auf die gleichzeitige Zuwässerung aus der Elbe ausgerichtet.

Im Falle von angekündigten Nachtfrösten nehmen die Landwirte bereits am frühen Abend ihre Beregnungsanlagen in Betrieb. Meist wird das benötigte Wasser per Saugpumpe aus dem Beregnungsteich entnommen und in ein Wasserleitungsnetz gepumpt. Über daran angeschlossene Regneranlagen werden die Obstbäume dann flächendeckend beregnet. Die kontinuierliche Beregnung darf während der

gesamten Nacht nicht unterbrochen werden, um den Schutz der Blüten vor Frosteinwirkung zu garantieren, und dauert häufig bis zum nächsten Mittag.

Während des Beregnungsvorgangs sinkt der Wasserstand in den Teichanlagen und damit auch im gesamten Gewässersystem aufgrund der erheblichen Wasserentnahme deutlich ab. Diesem Effekt wird durch rechtzeitiges Zuwässern aus der Elbe entgegen gewirkt, indem kurz nach Beregnungsbeginn die Deichsiele geöffnet werden und Wasser gezielt nachströmen kann. Gesteuert wird dieser Vorgang manuell durch das Öffnen und Schließen der binnenseitig angeordneten Schützanlagen, während die außendeichs liegenden Stemmtore während der Frostberegnungsperiode in offener Stellung arretiert werden. Dieser Zuwässerungsvorgang wird durch Mitarbeiter des Unterhaltungsverbandes (Sielwärter) überwacht und individuell gehandhabt. Mindestziel ist es, den Stauwasserstand bis zum nächsten Abend wieder auf die ursprüngliche Ausgangshöhe anzuheben, damit die benötigten Wassermengen für eine eventuelle zweite Beregnungsnacht erneut zur Verfügung stehen.

Setzt am Tage Tauwetter ein, gelangt das abschmelzende Wasser über die vorhandenen Oberflächenentwässerungsanlagen (Gräben, Gruppen, Dränagen, Polderpumpen) langsam wieder zurück in das Gewässersystem. Allerdings ist nach der ersten Beregnungsnacht - entgegen früherer Einschätzungen - noch nicht mit einem nennenswerten Rücklauf der Beregnungsmengen in die Speichersysteme zu rechnen. Hintergrund ist, dass die Bodenpassage länger andauert und die Dränagen vielfach zu träge und nicht leistungsfähig genug sind, um die erheblichen Wassermengen schnell aufnehmen und transportieren zu können.

Für den Wasserbedarf im Zuge der Frostschutzberegnung haben sich in den vergangenen Jahrzehnten Erfahrungswerte in der Region herausgebildet. Technische Regelwerke oder Bemessungsrichtlinien existieren nicht, weil es sich um eine spezielle, regionale Bemessungsaufgabe handelt und die besonderen Rahmenbedingungen eine Übertragbarkeit auf andere Gegenden nicht zulassen. Neuere Bemessungsansätze gehen von einem flächenspezifischen Wasserbedarf in Höhe von

$$q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{hxha})$$

aus. Als Beregnungsdauer wird im Allgemeinen ein Zeitraum von 14 h pro Beregnungsnacht angesetzt, so dass sich pro Nacht folgender flächenspezifischer Wasserbedarf ergibt:

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{hxha}) \times 14 \text{ h} = 560 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

Erst nach der zweiten Beregnungsnacht reicht der Gesamtrücklauf für nachfolgende Beregnungsnächte aus. Demnach muss das Beregnungswasser für gleich zwei Beregnungsnächte sichergestellt werden. Daraus resultiert ein flächenspezifischer Wasserbedarf von

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{hxha}) \times 28 \text{ h} = 1.120 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

Nach der zweiten Nacht sind die Rücklaufmengen in die offenen Gewässersysteme ausreichend groß, so dass kein zusätzliches Wasser von außen zugeführt werden muss.

Der absolute Wasserbedarf ergibt sich aus der Multiplikation des spezifischen Bedarfes mit der Beregnungsfläche, die in den jeweiligen Unterverbänden vorhanden ist.

Nähere Angaben hierzu sind den als Anhang A beigefügten, tabellarischen Zusammenstellungen zu entnehmen, in denen sämtliche hydraulischen Rahmenbedingungen nach Unterverbänden zusammengestellt sind. Grundlage für die Angaben zum UHV Altes Land sind die Rahmenentwürfe für die Frostschutzberegnung aus den 1990`er Jahren (siehe [1] bis [13]). Deutlich wird, dass die damaligen Berechnungsgrundlagen – beispielsweise zur Beregnungsdauer oder zum Wasserbedarf – teilweise von den aktuellen Ansätzen abweichen. Die Angaben zum UHV Kehdingen wurden durch den UHV auf der Grundlage von aktuellen Befragungen der Landwirte übermittelt [15].

2.4.2 Viehtränke

Als Wasserbedarf für die Viehtränke liegen ebenfalls Erfahrungswerte vor. In der Fachliteratur und in den Satzungen der verschiedenen Wasserversorgungsunternehmen schwanken die Angaben zum Wasserbedarf in der Landwirtschaft allerdings deutlich. In der Regel geht man maximal von folgendem täglichen Wasserbedarf für eine Großvieheinheit (GVE), d.h. für ein ausgewachsenes Rind, aus:

$$q_{\text{GVE}} = 0,100 \text{ m}^3 / (\text{GVE} \times d)$$

Im Mittel beträgt der tägliche Wasserbedarf für eine GVE rd. $0,070 \text{ m}^3 / (\text{GVE} \times d)$. Für die hydraulische Bemessung der alternativen Wasserbereitstellung ist jedoch vom angegebenen Spitzenwert auszugehen. Im Gegensatz zur Frostschtzberechnung sind die Wasserbedarfe jedoch erkennbar geringer.

Der absolute Wasserbedarf ergibt sich aus der Multiplikation des spezifischen Bedarfes mit der Anzahl der Großvieheinheiten, die in den jeweiligen Unterverbänden vorhanden ist. Nähere Angaben hierzu sind dem Kapitel 4.2 zu entnehmen.

2.4.3 Grenzwerte für die Nutzung von Elbwasser

Bei der Nutzung von Elbwasser sind folgende Grenzwerte in Hinblick auf den Salzgehalt zu beachten:

- 1,0 g NaCl/ l ($\approx 1,8 \text{ PSU} \approx 3,6 \text{ mS/cm}$) für die Frostschtzberechnung vor der Blüte
- 0,5 g NaCl/ l ($\approx 0,9 \text{ PSU} \approx 1,9 \text{ mS/cm}$) für die anfeuchtende Berechnung bei Trockenheit nach der Blüte
- 0,8 g NaCl/ l ($\approx 1,5 \text{ PSU} \approx 3,0 \text{ mS/cm}$) für die Viehtränke

Werden diese Grenzwerte dauerhaft überschritten, müssen alternative Wasserbereitstellungskonzepte in Betracht gezogen werden.

Allerdings ist die Lage der Brackwasserzone in der Elbe von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Selbst wenn man eine Verschiebung der Brackwassergrenze (derzeitige Lage maximal bei Lühesand) stromaufwärts als gegeben voraussetzt, verläuft diese Grenze nie konstant; so wirken sich insbesondere der Oberwasserabfluss und der Tideverlauf unmittelbar auf die Ausdehnung der Brackwasserzone aus. Untersuchungen haben ergeben, dass die Lage der Brackwassergrenze bereits unter den heutigen Gegebenheiten um rd. 60 km schwanken kann. Zudem ist am konkreten Entnahmepunkt auch der Abstand zur Fahrrinne in Hinblick auf den Salzgehalt von Bedeutung.

Nach den Ergebnissen der seit einigen Jahren durchgeführten Messkampagnen sind die Salzkonzentrationen im Alten Land derzeit noch verträglich. Die Grenzwerte für den Salzgehalt des Elbwassers in Höhe von 0,5 g NaCl/ l, der für die befeuchtende Berechnung gilt, werden im Bereich der 1. Meile nur sehr selten überschritten.

Anhand der Abbildungen 2 bis 4 lassen sich die dokumentierten Grenzwertüberschreitungen entlang der Elbe nachvollziehen. So wird der Grenzwert von 0,5 g NaCl/ l beim Sielbauwerk Nalje in Kehdingen noch regelmäßig überschritten; über die Schwinke bis zur Lühde nimmt die Häufigkeit der Grenzwertüberschreitungen stark ab. Ferner lässt sich an der ebenfalls dargestellten Wasserstandsganglinie des Pegels Neu Darchau ablesen, dass die Überschreitungen häufig mit einer Trockenperiode mit sehr nied-

rigen Oberwasserabflüssen korrelieren. Größere Abflussmengen führen dagegen zu einem Verdünnungseffekt, wodurch der Salzgehalt absinkt.

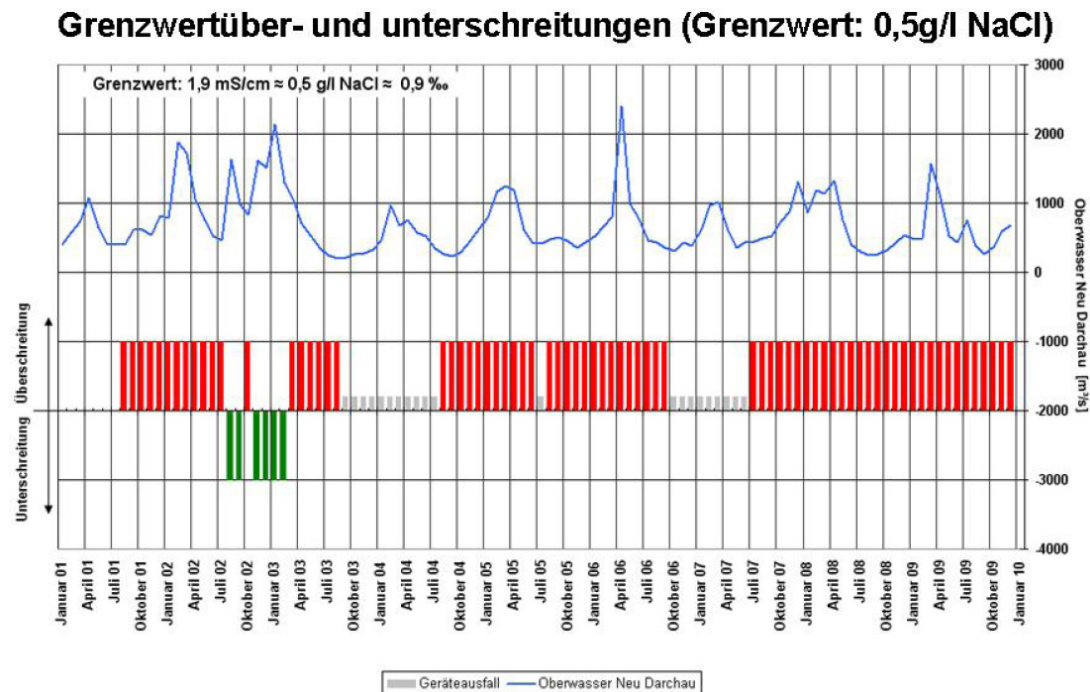


Abbildung 2: Salzgehalte am Siel Nalje (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]

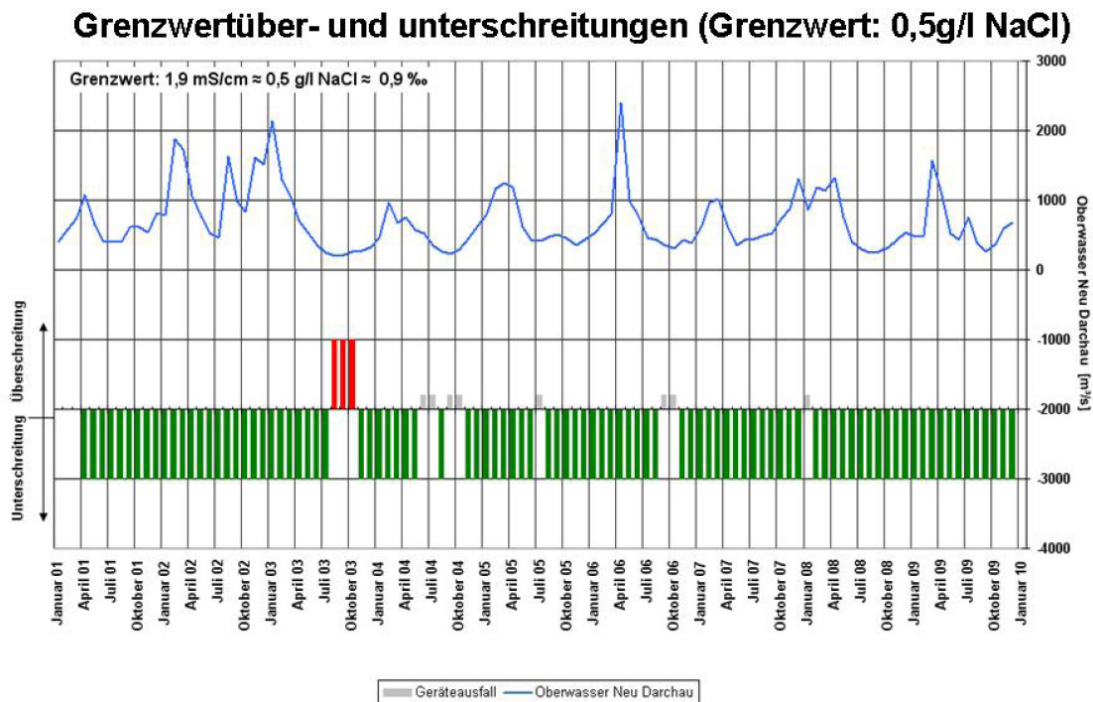


Abbildung 3: Salzgehalte am Sperrwerk Schwinge (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]

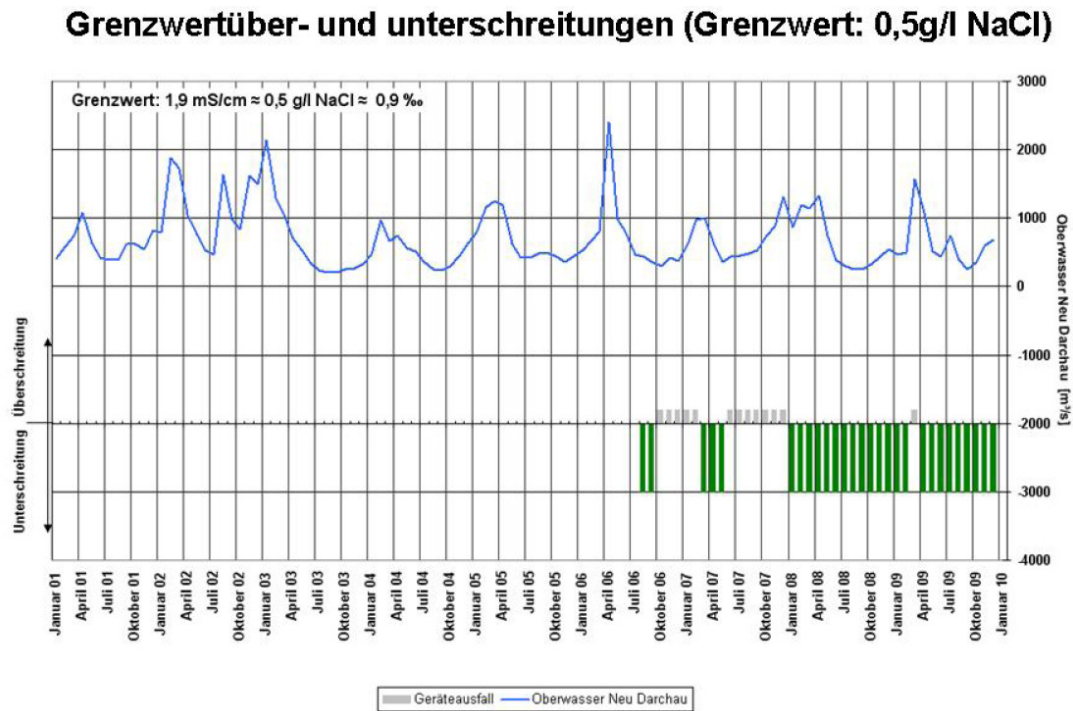


Abbildung 4: Salzgehalte am Sperrwerk Lühse (Grenzwert NaCl 0,5 g/l), aus [14]

3 Methodik der Untersuchung

3.1 Aufbau und Zielrichtung

In diesem Kapitel wird die grundlegende Methodik der Untersuchung in allgemeiner Form beschrieben, während die nachfolgenden Kapitel bei Bedarf nähere Erläuterungen zu einzelnen Bearbeitungsschritten enthalten.

Wie bereits in der Einführung angedeutet, vollzieht sich die Ausarbeitung der Studie in mehreren Teilschritten:

- Bestandserfassung mit Ermittlung der heutigen Wasserverfügbarkeit
- Ermittlung des zukünftigen Wasserbedarfs
- Aufzeigen von bestehenden oder zukünftigen Defiziten bei der Wasserversorgung
- Entwicklung eines Konzepts zur alternativen Wasserbereitstellung

Im Rahmen der Bestandserfassung ist die momentane Zuwässerungs- und Speicherpraxis der bestehenden Zuwässerungssysteme zu erfassen, darzustellen und zu beschreiben. Hierfür sind vorrangig verfügbare Unterlagen der Unterhaltungsverbände und des Landkreises Stade auszuwerten und die Daten und Informationen zusammenzuführen.

Darauf aufbauend werden anschließend die jeweiligen Wasserbedarfe der einzelnen Zuwässerungssysteme errechnet und dargestellt. Hierbei stellt entweder die Frostschutzberechnung oder die Viehwirtschaft den maßgebenden hydraulischen Lastfall dar. Zukünftige Umstrukturierungen und moderne Entwicklungen in der Landwirtschaft werden möglichst in die Überlegungen einbezogen. Aus flächenbezogenen Ansätzen werden sowohl Gesamtmengen als auch Spitzenbelastungen ermittelt und den nachfolgenden Untersuchungen zugrunde gelegt.

Im nächsten Schritt wird die Verfügbarkeit des Elbwassers in den einzelnen Teileinzugsgebieten ermittelt und mit dem heutigen und zukünftigen Wasserbedarf verglichen. Bestehen bereits im heutigen Zustand Defizite bei der Verfügbarkeit geeigneten Wassers zur Frostschutzberechnung oder zur Viehtränke, sind diese Defizite aufzuzeigen und zu benennen.

Anschließend wird die Verfügbarkeit des Elbwassers rechnerisch reduziert. Unabhängig davon, ob und in welchem Maße eine Erhöhung der Salinität tatsächlich eintritt, werden hierzu theoretische Annahmen getroffen. Danach wird die Zuwässerungsdauer aus der Elbe (Sielzugzeit) während einer Tidehochwasserphase stufenweise um 2, 4 und 6 Stunden bis hin zu einem totalen Verzicht herabgesetzt, und die daraus resultierenden Defizite bei der Wasserbereitstellung werden ermittelt. Für die Praxis müssen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, auf aktuelle Salzgehalte des Elbwassers reagieren zu können und die Zuwässerung ggf. zu unterbrechen.

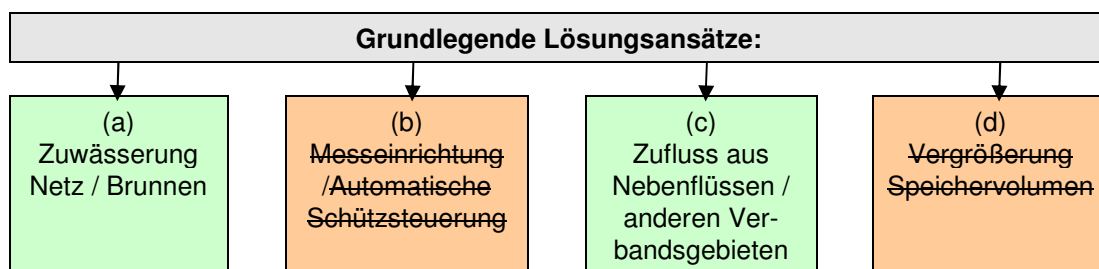
Aus der Defizitanalyse heraus ist abschließend ein Lösungskonzept zur alternativen Bewässerung der einzelnen Zuwässerungssysteme zu entwickeln. Geeignete Lösungsansätze zur alternativen Bewässerung sind herauszuarbeiten und zu beschreiben. In die Überlegungen sind bereits bestehende Vorstellungen der Unterhaltungsverbände und der Unteren Wasserbehörde mit einzubeziehen. Ziel ist die Entwicklung einer Art Maßnahmenkatalog, welcher Lösungen für die einzelnen Zeiträume mit defizitärer Wasserverfügbarkeit bereithält. Im Bedarfsfall kann dann später auf Einzelbausteine dieses Kataloges zurückgegriffen werden.

Prinzipiell wurden vier Lösungsansätze identifiziert, die für eine solche alternative Wasserbereitstellung in Betracht kommen:

- Zuwässerung aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz oder aus Entnahmebrunnen (Grundwasser)
- Optimierung der Zuwässerung aus der Elbe in Abhängigkeit von den Salzgehalten (Messeinrichtungen, ggf. mit automatischer Schützsteuerung)
- Zuwässerung durch Freiflut oder Pumpen aus Nebenflüssen und Nebenelben und/oder anliegenden Verbandsgebieten
- Vergrößerung des Speichervolumens durch Neuanlage von Beregnungsteichen bzw. Speicherbecken und / oder Gewässeraufweitungen

Da das Untersuchungsgebiet tendenziell in starker Form dem hydrologischen Einfluss der Elbe und ihrer Nebenflüsse unterliegt, stellt die Elbe das wesentliche wasserwirtschaftliche Element in der Region dar. Völlig elbunabhängige Systeme lassen sich nur bedingt realisieren und sind bestimmten Einschränkungen unterworfen.

Zur besseren Übersicht, welche Lösungsansätze in den jeweiligen Teilgebieten in Frage kommen, wird den betreffenden Kapiteln eine grafische Darstellung in folgender Form vorangestellt (Beispiel):



Bei der Untersuchung der Teilgebiete wird vorab die generelle Machbarkeit dieser Lösungsansätze verbal-argumentativ und in Kurzform bewertet. Offenkundig nicht geeignete Varianten können auf diese Weise frühzeitig wieder verworfen werden, so dass sich eine nähere Prüfung und Ausarbeitung erübrigt.

Alle prinzipiell in Betracht kommenden Lösungsansätze (grün eingefärbt) werden anschließend einer näheren Prüfung und Bewertung unterzogen, wobei Aspekte wie Hydraulik, Wirtschaftlichkeit und ökologische Kriterien oder auch die Flächenverfügbarkeit in die Überlegungen einfließen. Aus diesem Bearbeitungsschritt ergibt sich schließlich der erfolgversprechendste Lösungsansatz, welcher auch aus verschiedenen Ausbaustufen oder einer Kombination aus verschiedenen Alternativen bestehen kann.

Zu dieser ausgewählten Vorzugslösung werden eine nähere Erläuterung mit überschlägiger Kostenschätzung sowie eine planerische Darstellung angefertigt. Die Planungstiefe geht vorerst nicht über das Niveau einer Vorplanung hinaus.

3.2 Vorgehensweise und Planungsgrundlagen

Im Rahmen der Studie wird das Untersuchungsgebiet zunächst großräumig in die drei Teilgebiete UHV Kehdingen, UHV Altes Land - 1. Meile und UHV Altes Land - 2. Meile aufgeteilt. Diese Aufteilung lehnt sich an die unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen Anforderungen an und dient der Strukturierung der hydraulischen Untersuchungen. Falls es für den jeweiligen Untersuchungsaspekt erforderlich ist, werden die drei Betrachtungsgebiete noch weiter untergliedert, und zwar entweder in sogenannte Bewässerungseinheiten – dies sind alle Verbandsgebiete, die über dasselbe Deichsiel mit Wasser versorgt werden – oder aber in die Einzelverbandsgebiete der jeweiligen Wasser- und Bodenverbände.

Zunächst wird festgestellt, worin die Nutzungsansprüche in den einzelnen Untersuchungsgebieten genau bestehen. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen den hydraulischen Lastfällen

- Frostschtzberegnung und
- Viehtränke.

Für die befeuchtende Beregnung der Anbauflächen im Sommer wird zwar ebenfalls Wasser benötigt, allerdings ist der Mengenbedarf hier deutlich geringer. Hintergrund ist, dass die befeuchtende Beregnung nicht kontinuierlich über viele Stunden durchgeführt wird und zudem nicht alle Betriebe synchron beregnen, wie es bei der Frostschtzberegnung gezwungenermaßen der Fall ist. Insofern wird die befeuchtende Beregnung nicht als separater Lastfall untersucht.

Basierend auf der durchgeführten Bestandsaufnahme wird anschließend der Wasserbedarf in den einzelnen Teilgebieten ermittelt. Hierfür werden empirische, flächenspezifische Wasserbedarfsmengen angesetzt, die mit den betreffenden Teilflächen multipliziert werden.

Bei der Frostschtzberegnung spielt die zukünftige Entwicklung der Beregnungsflächen eine entscheidende Rolle. Es ist davon auszugehen, dass sich die Beregnungsflächen wegen der offensichtlichen betriebswirtschaftlichen Vorteile in den kommenden Jahren gegenüber dem Ist-Zustand nochmals deutlich ausweiten werden. Solche Zukunftsszenarien wurden unter anderem bereits in den sogenannten „Rahmenentwürfen für die Wasserbereitstellung“ aus den 1980`er und 1990`er Jahren betrachtet (siehe Unterlagen [1] bis [13]). Weit in die Zukunft gerichtet, wurden darin die aus damaliger Sicht maximal realisierbaren Beregnungsflächen definiert und der resultierende Wasserbedarf ermittelt.

Diese Rahmenentwürfe bilden im Wesentlichen die Grundlage der vorliegenden Untersuchungen.

Vorab wurden die Angaben aus den Rahmenentwürfen in mehreren Gesprächen mit den Verbandsvertretern nochmals überprüft und verifiziert, damit die Studie auf aktuellen und realistischen Ansätzen basiert. Im Verlauf der Abstimmungen wurden seitens einiger Unterverbände zukünftige Flächenerweiterungen angemeldet, die noch über die Ansätze aus den Rahmenentwürfen hinausgehen. Um nicht parallel mit mehreren Flächenansätzen kalkulieren zu müssen, wurde daraufhin im Zuge der Projektbesprechung vom 07.01.2011 festgelegt, dass auf die weitergehende Berücksichtigung dieser fortgeschriebenen Beregnungsflächen im Rahmen der vorliegenden Studie verzichtet wird und die Flächenansätze aus den Rahmenentwürfen weiterhin Gültigkeit besitzen.

Folglich werden die Flächenansätze aus den Rahmenentwürfen als Berechnungsgrundlage verwendet, während die flächenspezifischen Anforderungen an Wassermenge und Beregnungsdauer einheitlich den neueren Erkenntnissen angepasst wurden (vgl. 2.4.1). Des Weiteren wird auf die Bestandsdaten der Sielbauwerke und Hauptgewässer aus den Rahmenentwürfen zurückgegriffen; auf eigene Bestandserhebungen wurde weitgehend verzichtet.

Ebenso wird die für jedes Deichsiegel durchgeführte, komplexe Ermittlung der Siegelzugzeiten und des mittleren Siegeldurchflusses aus den Rahmenentwürfen in die vorliegende Studie übernommen. Dies ist uneingeschränkt möglich, da sich die Geometrie der Siele seither nicht verändert hat und die Wasserstandsverhältnisse im Wesentlichen auch gleich geblieben sind. Insofern werden die jeweiligen Siegelzugzeiten und die mittlere Durchflussleistung des Sieles bei der Analyse der Wasserverfügbarkeit für den Ist-Zustand unverändert zugrunde gelegt.

Für die Betrachtung der reduzierten Wasserverfügbarkeit wird die Siegelzugzeit während der Tidehochwasserphase gemäß Aufgabenstellung stufenweise um 2, 4 und 6 Stunden bis hin zu einem Totalverzicht herabgesetzt.

Im Sinne ungünstiger Annahmen verringert sich dabei nicht nur die Siegelzugzeit selbst, sondern es reduziert sich auch die mittlere Durchflussleistung des Bauwerks, da die Spitzendurchflüsse bei den höchsten Außenwasserständen (d.h. bei der größten Druckdifferenz) rechnerisch unberücksichtigt bleiben.

Die Ermittlung der Siegelzugzeit und der mittleren Durchflussleistung wird in der vorliegenden Studie exemplarisch am Beispiel des Sielbauwerkes Twielenfleth nachvollzogen (vgl. Kap. 5.3.3). Anhand von konkreten Zahlen wird dabei auch die Abnahme der mittleren Durchflussleistung bestimmt, die sich aus dem Herausrechnen der Tidehochpunkte während der vorgegebenen Zeitspannen ergibt.

Ausgewählt wurde das Sielbauwerk Twielenfleth, weil es relativ weit stromabwärts liegt und damit tendenziell eher von eingeschränkten Siegelzugzeiten betroffen wäre; gleichzeitig dient es der Wasserbereitstellung für eine große Beregnungsfläche in mehreren Unterverbänden und übernimmt damit eine wichtige hydraulische Funktion.

Um den Effekt der abnehmenden Durchflussleistung auch bei den anderen Sielbauwerken berücksichtigen zu können, wurden die konkreten Werte des Deichsieles Twielenfleth prozentual umgerechnet und dann mithilfe dieses Umrechnungsfaktors auf die anderen Deichsiele übertragen. Diese Annahme birgt zwar gewisse Unwägbarkeiten, scheint jedoch in Anbetracht der vielschichtigen äußeren Einflüsse und des relativ kurzen, zu untersuchenden Elbabschnitts vertretbar.

4 Unterhaltungsverband Kehdingen

4.1 Nutzungsansprüche

Im Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes Kehdingen spielt die Frostschutzberegnung nach Angaben des UHV nur eine untergeordnete Rolle.

Vereinzelte Obstanbaubetriebe sind dennoch vorhanden, und in der Gesamtheit beträgt die bewirtschaftete Fläche immerhin rd. 600 ha. Obgleich die Frostschutzberegnung noch nicht so weit verbreitet ist wie im Alten Land, wird zunehmend in den Bau von Beregnungsanlagen für die Obstanbauflächen investiert.

Allerdings ist die Wasserbereitstellung nicht in dem Maße vom Elbwasser abhängig wie im Alten Land. Vielfach wird das benötigte Wasser aus den Binnengewässern entnommen, die allein aus dem Niederschlagswasser des Binnenlandes gespeist werden. Zu Zeiten der Frostschutzberegnung wird das Stauvolumen vergrößert, indem der Schöpfwerksbetrieb stark eingeschränkt und der Wasserstand höher eingestellt wird. Im Rahmen der vorliegenden Studie ist eine Einzelfallprüfung dahingehend erforderlich, ob und inwieweit die einzelnen Obstanbaubetriebe von einer Veränderung der Verfügbarkeit des Elbwassers betroffen sind. Im Falle von tatsächlichen Beeinträchtigungen sind jeweils alternative Wasserbereitstellungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Prägend für die Landwirtschaft im Verbandsgebiet Kehdingen sind dagegen der Ackerbau und die Viehwirtschaft. Während im Ackerbau keine nennenswerten Wasserbedarfe bestehen, benötigt das Vieh geeignetes Trinkwasser in ausreichenden Mengen und in geeigneter Qualität.

Probleme mit der Wasserversorgung gibt es nach Angaben des UHV insbesondere im Entwässerungsverband Nordkehdingen, zwischen der Ostemündung und Freiburg. Das betreffende Teilgebiet wird auch als Nordkehdingener Außendeich bezeichnet. Hier sind rd. 40 landwirtschaftliche Betriebe im Bereich der Viehwirtschaft angesiedelt, die das benötigte Tränkewasser in der Regel per Wasserwagen zu den ausgedehnten Weideflächen transportieren müssen, weil das Elbwasser für die Viehtränke nur bedingt geeignet ist. Die mit dieser Form der Wasserbereitstellung verbundenen Einschränkungen sind offenkundig.

Aufgrund der Lage des Teilgebietes nahe der Elbmündung liegen die Salzgehalte der Elbe bzw. der Ostemündung bereits heute häufig über den Grenzwerten für Tränkewasser von 0,8 g NaCl/l. Zur Viehtränke ist das Elbwasser daher auf Dauer nicht nutzbar.

Neben dem eigentlichen Tränkewasser werden bei Bedarf zusätzliche Wassermengen in das Gebiet geleitet, um die bestehenden Gewässer und Gräben einzustauen und damit eine viehkehrende Wirkung zu erzielen. Unter Ausnutzung des Flutstromes wird das dazu benötigte Wasser aus der Ostemündung über das Sielbauwerk Nalje (S6) sowie über das Sielbauwerk Schöneworth (S7) bei Freiburg zugeführt und über die beiden Hauptgewässer *Nördlicher Sielgraben* und *Südlicher Sielgraben* im Gebiet verteilt. Dieses Einstaumanagement zur Erzielung viehkehrender Wirkungen kann weiterhin in der bewährten Form mit Elbwasser betrieben werden, der Salzgehalt spielt dabei keine Rolle.

Die Zuwässerung von Elbwasser erfolgt nicht ganzjährig, sondern nur über die Frühjahrs- und Sommermonate, wenn das Vieh dauerhaft auf den Weiden verbleibt. Über den Winter wird das Vieh in Ställen nahe der Bebauung gehalten, welche bereits an die öffentliche Wasserversorgung angebunden sind.

4.2 Viehwirtschaft in Nordkehdingen

4.2.1 Ermittlung des Wasserbedarfs

Genaue Angaben zur tatsächlichen Anzahl der vorhandenen Großvieheinheiten liegen nicht vor. Daher wird ein flächenproportionaler Ansatz zur Ermittlung der GVE gewählt.



Abbildung 5: Nordkehding Außendeich (Quelle: Google Maps)

Im Nordkehding Außendeichbereich werden etwa 2.500 ha als Grünland bewirtschaftet. Von diesem Grünlandanteil werden rd. 50% der Flächen beweidet, d.h. es sind rd. 1.250 ha als Weideland anzusetzen. Für die Beweidung geht man von einem Viehbesatz von 3 GVE/ha aus. Daraus ergibt sich die folgende Anzahl von Großvieheinheiten:

$$\text{Anzahl}_{\text{GVE}} = 3 \text{ GVE/ha} \times 1.250 \text{ ha} = 3.750 \text{ GVE} \approx 4.000 \text{ GVE}$$

Umgerechnet auf die rd. 40 Betriebe ergibt sich eine Anzahl von 100 GVE / Betrieb, was wiederum einer realistischen Größenordnung entspricht. Der tägliche Wasserbedarf für die Viehtränke errechnet sich demnach wie folgt:

$$Q_{\text{d GVE}} = 4.000 \text{ GVE} \times 0,100 \text{ m}^3/(\text{GVE} \times \text{d}) = 400 \text{ m}^3/\text{d}$$

Aus Sicherheitsgründen wird die Tageswassermenge großzügig aufgerundet, da neben den Viehbetrieben möglicherweise auch andere Nutzer von der neuen Versorgungsmöglichkeit Gebrauch machen werden. Ferner ist nicht ausgeschlossen, dass die Weideflächen angesichts der neuen Versorgungsmöglichkeiten in Zukunft noch erweitert werden. Für die hydraulische Dimensionierung der alternativen Wasserversorgungsanlage wird daher von folgender Tageswassermenge ausgegangen:

$$Q_{\text{d GVE}} = \text{rd. } 500 \text{ m}^3/\text{d}$$

Als Stundenspitze für die Bemessung der alternativen Wasserversorgungsanlage werden angesetzt:

$$\max. Q_{h\text{ GVE}} = 500 \text{ m}^3/\text{d} / 8 = 62,5 \text{ m}^3/\text{h} = 17,4 \text{ l/s.}$$

4.2.2 Bewertung der grundlegenden Lösungsansätze

In Anlehnung an die unter Kapitel 3 genannten, grundlegenden Lösungsansätze werden an dieser Stelle die Möglichkeiten zur alternativen Wasserbereitstellung im Unterhaltungsverband Kehdingen bewertet.

Da der Entnahmepunkt am Sielbauwerk Nalje in der Ostemündung bereits heute deutlich unterhalb der Brackwassergrenze liegt, wäre durch eine zielgerichtete Steuerung des Sielbauwerks in Abhängigkeit von den Salzgehalten keine entscheidende Optimierung der Wasserversorgung erreichbar. Insbesondere während des Flutstroms werden die Grenzwerte für die Viehtränke regelmäßig überschritten. Ausreichend lange Zeiträume mit geringerer Salzkonzentration stehen nicht zur Verfügung (Alternative b).

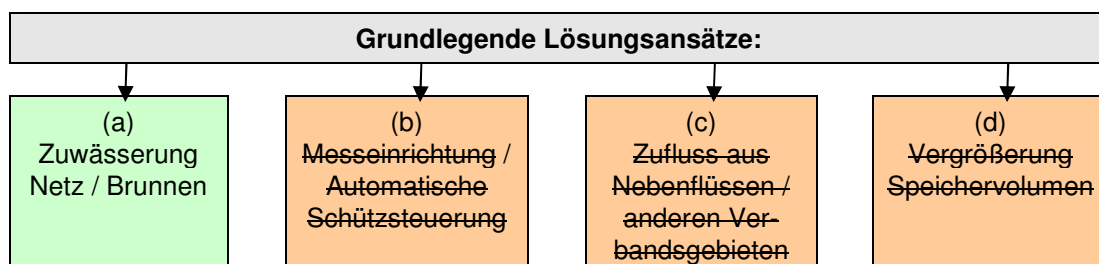
Ferner stehen im Außendeichbereich Kehdingen – mit Ausnahme der Oste, die dort jedoch genauso unter Tideeinfluss liegt wie der Hauptstrom – keine Nebenflüsse für eine alternative Wasserbereitstellung zur Verfügung. Ebenso wenig kann Wasser aus den südlich gelegenen Verbandsflächen zugeleitet werden, da der Außendeichbereich als ehemaliges Deichvorland ein autarkes wasserwirtschaftliches System darstellt, das durch die 2. Deichlinie nach Süden abgegrenzt wird. Außerdem sind die Wasserqualitäten in den dortigen Teilflächen mit denjenigen im Außendeichbereich vergleichbar, so dass diesbezüglich keine Verbesserung erzielt werden könnte (Alternative c).

Im gleichen Zusammenhang sind auch vergrößerte Speicherräume keine nachhaltige Lösung, weil keine Möglichkeit zur Befüllung solcher Speicherbecken mit qualitativ einwandfreiem Wasser besteht. Aus diesem Grund muss auch diese Möglichkeit verworfen werden (Alternative d).

Dezentrale Versorgungsbrunnen scheiden ebenso aus, da im teilgespannten Grundwasser in der Elbmarsch meist erhöhte Gehalte an gelösten Eisenverbindungen (Fe^{2+}) auftreten. Beim Kontakt mit Luft-sauerstoff geht das gelöste Eisen eine chemische Reaktion ein und fällt in Form von braunem Eisenocker aus (Eisen(III)-oxidhydrat, $\text{FeO}(\text{OH})$). Dies führt wiederum zu Verstopfungen in den Pumpen, Fördersystemen und Rohrleitungen sowie zu ökologischen Beeinträchtigungen der Flora und Fauna in den beaufschlagten Gewässern und Gräben. Für die Viehtränke ist das unbehandelte Grundwasser der Elbmarsch nicht geeignet (Alternative a).

Folglich verbleibt als einzige realistische Möglichkeit die Einrichtung der Wasserversorgung über das öffentliche Versorgungsnetz des Wasserbeschaffungsverbandes Stader Land (Alternative a). Durch eine Ringleitung könnte die gesamte Außendeichfläche erschlossen und mit Wasser versorgt werden.

Zusammenfassend ergibt sich die Einschätzung und Bewertung wie folgt:



Die erforderlichen Maßnahmen werden nachfolgend beschrieben.

4.2.3 Ergebnisse – Versorgung aus dem öffentlichen Netz

4.2.3.1 Allgemeine Beschreibung

In Anbetracht der vergleichsweise geringen Bedarfsmengen und dem Mangel an geeigneten Alternativen wurde als Vorzugslösung für die Deckung des Wasserbedarfes der Viehwirtschaft in Nordkehdingen die Versorgung über das öffentliche Wasserversorgungsnetz herausgearbeitet.

Dazu muss im ehemaligen Deichvorland ein neues Wasserversorgungssystem erstellt werden. Bislang ist das ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Gebiet versorgungstechnisch nicht erschlossen.

Für den rd. 18 km langen und 3 km breiten Außendeichbereich sollte geeigneterweise eine Ringleitung verlegt werden, die sowohl den Teilbereich nördlich der Sommerdeichstraße – welche sowohl als lokale Wasserscheide als auch als Grenze der Bewirtschaftungseinheiten fungiert – als auch den Teilbereich südlich davon erschließt. Vorteil einer Ringleitung ist, dass die Versorgung auch im Falle von Schäden am Leitungssystem größtenteils gesichert bleibt. Als Einbindepunkt bietet sich die Ortschaft Freiburg im Osten des Außendeichbereiches an, wo ein ausreichend dimensioniertes Versorgungsnetz bereitsteht; auch im Bereich der Ostemündung stehen größere Transportleitungen zur Verfügung.

Im weiteren Verlauf ist die Leitungstrasse zunächst entlang der Deichverteidigungsstraße geplant; dieser nördliche Ring versorgt die Flächen nördlich der Sommerdeichstraße. Etwa vom Sielbauwerk Nalje im Westen an wäre ein Trassenverlauf auf der Nordseite des Südlichen Sielgrabens sinnvoll. Von diesem südlichen Ring aus wären alle Flächen südlich der Sommerdeichstraße zu erreichen. Insgesamt ist die so trassierte Ringleitung rd. 38,0 km lang (siehe Anlage 3.1).

Von der Hauptleitung aus werden Weideanschlüsse auf alle Weideflächen verlegt, um alle Bewirtschaftungseinheiten mit geeignetem Trinkwasser versorgen zu können. Die jeweiligen Wasserzähler müssen aus Gründen der Frostsicherheit in einem Anschlussschacht montiert werden. Sollte eine pauschale Abrechnung zwischen allen Nutzern der Wasserversorgungsanlage möglich sein (z.B. durch eine entsprechende vertragliche Vereinbarung), könnte auf Einzelzähler verzichtet und stattdessen eine zentrale Übergabestation eingerichtet werden; hierdurch ließen sich die Kosten der Wasserversorgungsanlage geringfügig reduzieren.

Zur Verlegung der Wasserversorgungsleitung stehen heute moderne Verlegetechniken zur Verfügung, die ohne offene Rohrleitungsgräben auskommen. Nicht zuletzt durch die im Versorgungssektor üblich gewordene Verwendung geschweißter PE-Rohrleitungssysteme lassen sich die Versorgungsleitungen schnell und effizient verlegen. So ließe sich die Leitung entweder einpfügen – wobei allerdings die Gefahr besteht, dass dabei vorhandene Drainageleitungen gekappt werden – oder aber im gesteuerten Horizontalbohrverfahren (HDD-Verfahren) einbauen.

Das letztgenannte Einbauverfahren bietet die Möglichkeit, auch kreuzende Gewässer und Gräben oder vorhandene Betriebswege zu düken bzw. zu unterqueren. Aus diesem Grunde ist dieses Einbauverfahren insbesondere für die Herstellung der einzelnen Grundstücksanschlüsse am südlichen Sielgraben prädestiniert. Ferner können vorhandene Drainageleitungen erhalten werden, weil kein senkrechter Schlitz im Erdreich erforderlich ist. Da das Verfahren zudem auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber der offenen Verlegung bietet, wird die Anwendung des HDD-Verfahrens empfohlen.

4.2.3.2 Hydraulische Vorbemessung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird lediglich eine grobe Abschätzung des erforderlichen Rohrleitungsquerschnitts vorgenommen. Die hydraulische Dimensionierung der geplanten Ringleitung muss zu gegebener Zeit mit dem zuständigen Versorgungsunternehmen, d.h. dem Trinkwasserverband Stader Land, abgestimmt und koordiniert werden. Insofern unterliegt die hier dargestellte Dimensionierung einem Vorbehalt. Gleiches gilt auch für mögliche weiterführende Forderungen des Trinkwasserverbandes wie beispielsweise eine Übergabe- oder eine Druckerhöhungsstation.

Davon unabhängig kann auch im Falle von späteren Modifizierungen der Planung davon ausgegangen werden, dass die hydraulische Vorbemessung keinen maßgeblichen Änderungen unterliegen wird.

Der Wasserbedarf für die Viehtränke wurde unter 4.2 wie folgt ermittelt:

$$\max. Q_{h\text{ GVE}} = 62,5 \text{ m}^3/\text{h} = 17,4 \text{ l/s.}$$

Der Lastfall „Löschwasser“ ist im Außendeichbereich nicht relevant, er geht daher nicht in die Berechnungen ein.

Für die hydraulische Vorbemessung wird das Ringnetz nach den geltenden Richtlinien in ein Verastelungsnetz mit zwei Teilsträngen aufgelöst. An der gedachten Schnittstelle soll dann die Druckdifferenz gegenüber dem Ruhedruck nicht größer sein als $\Delta p = 10\%$. Ferner sollte die Fließgeschwindigkeit in einer Wassertransportleitung maximal $v = 2,0 \text{ m/s}$ betragen. Unter diesen Rahmenbedingungen ist bei einer rd. 38,0 km langen Ringleitung folgender Rohrleitungsquerschnitt erforderlich:

max. $Q_{h\text{ GVE}}$ =	17,4 l/s, aufgeteilt auf 2 Teilstränge	=> max $Q_h = 8,7 \text{ l/s}$
Ruhedruck im Netz:	angenommen 5 bar	=> zul. $\Delta p = 0,5 \text{ bar}$
Länge der Teilstränge:	$L = 38.000 / 2 = 19.000 \text{ m}$	
Integrale Rauheit:	angenommen $k_i = 0,4 \text{ mm}$	
DN 150 mit $v = 0,49 \text{ m/s}$ und $I_E = 2,28 \text{ ‰}$:	$h_{vr} = 19.000 \times 2,28 \text{ ‰} = 43,3 \text{ m} \triangleq 4,3 \text{ bar}$	(!)
DN 200 mit $v = 0,28 \text{ m/s}$ und $I_E = 0,48 \text{ ‰}$:	$h_{vr} = 19.000 \times 0,48 \text{ ‰} = 9,1 \text{ m} \triangleq 0,9 \text{ bar}$	(!)
DN 250 mit $v = 0,17 \text{ m/s}$ und $I_E = 0,16 \text{ ‰}$:	$h_{vr} = 19.000 \times 0,16 \text{ ‰} = 3,0 \text{ m} \triangleq 0,3 \text{ bar}$	✓

Aufgrund der großen Leitungslänge ist rein rechnerisch ein Leitungsquerschnitt von DN 250 erforderlich, damit die Rohrreibungsverluste nicht zu einem übermäßigen Druckabfall am Ende der Leitung führen. Allerdings sind für die Viehtränke etwas höhere Druckverluste akzeptabel, als sie nach dem geltenden Regelwerk für die kommunale Wasserversorgung gefordert werden.

In Anbetracht der errechneten Ergebnisse und deren Bewertung wird folgender Leitungsquerschnitt empfohlen:

Gewählte Rohrleitung: **PE-HD 250 x 22,7 - SDR 11** (PE 100, 16 bar).

Für die Weideanschlüsse werden PE-HD Rohre 63 x 5,8 – SDR 11 (PE 100, 16 bar) verwendet, die mit einer Anbohrschelle an die Hauptleitung angeschlossen werden. Die Weidezähler müssen wegen der Frostgefahr in entsprechenden Zählerschächten auf dem jeweiligen Grundstück montiert werden.

4.2.3.3 Maßnahmenkatalog und Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zur Sicherstellung der Wasserversorgung wären in Nordkehdingen erforderlich (siehe Anlage 3.1 – Maßnahmenplanung Nordkehdingener Außendeich):

- Herstellung einer rd. **38 km langen Trinkwasserleitung** aus PE-HD, Verlegung im HDD-Verfahren, mit Anbindung an das öffentliche Wasserversorgungsnetz
- Herstellung von rd. **40 Weideanschlüssen**, einschl. Zählerschacht

Insgesamt ergibt sich folgende Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
1	Herstellung einer Ringleitung			
1.1	Rohrleitung, Material	38.000 m	25,00 €	950.000,00 €
1.2	Einbau im HDD-Verfahren	38.000 m	35,00 €	1.330.000,00 €
1.3	Weideanschlüsse, komplett	40 St	1.500,00 €	60.000,00 €
	Gesamtsumme			2.340.000,00 €

Tabelle 1: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Viehwirtschaft in Nordkehdingen

In diesem Kostenanschlag sind weder Grunderwerbs- noch Entschädigungszahlungen enthalten. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Landwirte als Nutznießer der Planung die Flächen für die Verlegung der Rohrleitung kostenfrei zur Verfügung stellen.

Ebenso sind keine Bausummen für mögliche weitergehende Forderungen des Trinkwasserverbandes, wie beispielsweise eine Übergabe- oder eine Druckerhöhungsstation, eingestellt.

Für die Herstellung einer alternativen Wasserversorgung für den Außendeichbereich Nordkehdingen ist nach der vorstehenden Berechnung mit Herstellungskosten in Höhe von rd. 2,34 Mio. € zu rechnen.

4.3 Frostschutzberechnung im Obstanbau

4.3.1 Ermittlung des Wasserbedarfs

Aufgrund der verteilten Lage der in Kehdingen angesiedelten Obstanbaubetriebe sind die Wasserbedarfsmengen in der Summe deutlich geringer als im Alten Land. Da der Obstanbau keine so dominierende Rolle spielt, wurden in der Vergangenheit seitens der örtlichen Wasser- und Bodenverbände keine besonderen Anstrengungen zur Optimierung der Wasserbereitstellung unternommen. Für das Verbandsgebiet des UHV Kehdingen liegen keine Rahmenentwürfe für die Frostschutzbewässerung vor; die Obstanbaubetriebe sind hinsichtlich der Wasserbereitstellung weitgehend auf sich allein gestellt.

Demzufolge werden die Wasserbedarfsmengen im Folgenden nicht nach Verbandszugehörigkeit, sondern nach der hydraulischen Anbindung der Betriebe an die verschiedenen Gewässersysteme zusammengefasst. Die einzelnen Berechnungsflächen wurden durch den UHV, den Landkreis Stade und die OVA Jork in aktuellen Befragungen der Betriebseigentümer ermittelt und an Grontmij weitergeleitet [15].

Obgleich grundsätzlich davon auszugehen ist, dass die kleinklimatischen und topografischen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Nachtfrostgefahr in Kehdingen etwas günstiger sind als im Alten Land, wird bei der Ermittlung des Wasserbedarfes für die Frostschutzberechnung gemäß Kapitel 2.4.1 derselbe flächenspezifische Wasserbedarf pro Berechnungsnacht in Höhe von

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{hxha}) \times 14 \text{ h} = \mathbf{560 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

angesetzt. Da nach der ersten Nacht kein nennenswerter Rücklauf in die Speichersysteme zu verzeichnen ist, muss das Beregnungswasser für gleich zwei Beregnungsnächte vorgehalten werden, so dass sich der flächenspezifische Wasserbedarf verdoppelt. Hiervon wird im Weiteren ausgegangen.

Bislang wird der Wasserbedarf primär durch Aufstau der Binnengewässer, d.h. aus dem Niederschlagswasser des Binnenlandes, gedeckt. Da meist nur ein Betrieb über ein umfangreiches Gewässersystem versorgt wird, reicht das Stauvolumen bis dato aus. Eine aktive Zuwässerung von außen findet - vor dem Hintergrund der höheren Salzgehalte in Richtung Elbemündung - nicht statt. Die Wasserspeicherung in Beregnungsteichen ist in Kehdingen bislang kaum verbreitet.

Insgesamt ergibt sich für die Obstanbauflächen in Kehdingen folgender Wasserbedarf für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte:

Nr.	Gewässer / Unterverband	Berechnungs- fläche (Ist 2010)	Spezifischer Wasserbedarf (2 Nächte)	Wasserbedarf gesamt (2 Nächte)
1	Südlicher Sielgraben	30,0 ha	1.120,0 m³/ha	16.800 m³/2d
2	Hohenluchter Wettern	59,5 ha	1.120,0 m³/ha	33.320 m³/2d
3	Neuenseer Schleusenfleth	28,5 ha	1.120,0 m³/ha	15.960 m³/2d
4	Freiburger Schleusenfleth	125,0 ha	1.120,0 m³/ha	70.000 m³/2d
5	Wischhafener Schleusenfleth	65,0 ha	1.120,0 m³/ha	36.400 m³/2d
6	Wischhafener Moorkanal	15,0 ha	1.120,0 m³/ha	8.400 m³/2d

Nr.	Gewässer / Unterverband	Berechnungs- fläche (Ist 2010)	Spezifischer Wasserbedarf (2 Nächte)	Wasserbedarf gesamt (2 Nächte)
7	Neulander Fleth / Moorkanal	42,5 ha	1.120,0 m³/ha	23.800 m³/2d
8	Wischhafener Süderelbe / Sandloch	91,0 ha	1.120,0 m³/ha	50.960 m³/2d
9	Dornbusch-Nindorfer Wet- tern	20,0 ha	1.120,0 m³/ha	11.200 m³/2d
10	Theisbrügger Schleusenfleth	20,0 ha	1.120,0 m³/ha	11.200 m³/2d
11	Kleines Sietwender Fleth	8,0 ha	1.120,0 m³/ha	4.480 m³/2d
12	Asseler Schleusenfleth	14,0 ha	1.120,0 m³/ha	7.840 m³/2d
13	Barnkruger Wettern	24,0 ha	1.120,0 m³/ha	26.880 m³/2d
14	Hörne-Götzdorfer Kanal	52,0 ha	1.120,0 m³/ha	29.120 m³/2d
15	Nebengraben Hö.-G.-Kanal	10,0 ha	1.120,0 m³/ha	11.200 m³/2d
	Summe	604,5 ha		677.040 m³/2d

Tabelle 2: Wasserbedarf für den Obstanbau im UHV Kehdingen

Auf Krautsand (Nr. 8, Wischhafener Süderelbe / Sandloch) besteht außerdem ein Wasserbedarf für die Viehwirtschaft auf rd. 70 ha Weideflächen. Wie die nachstehenden Berechnungen zeigen werden, sind die daraus resultierenden Bedarfsmengen allerdings so gering, dass sie im Vergleich zur Frostschutzbe-
rechnung vernachlässigbar sind.

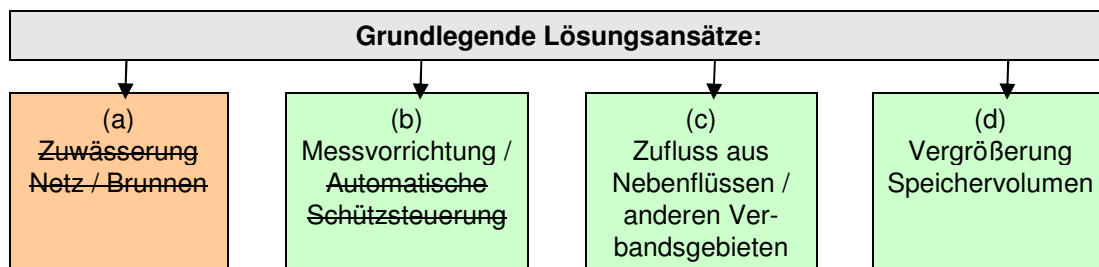
Darüber hinaus wurden seitens des UHV Kehdingen und der Obstbauversuchsanstalt Jork weitere Obstanbaubetriebe benannt, die nicht zum Verbandsgebiet des UHV gehören und die damit formal au-
ßerhalb des Planungsraums der vorliegenden Studie liegen. Gleichwohl wurde – der Vollständigkeit
halber – auch für diese Betriebe der Wasserbedarf wie folgt ermittelt:

Nr.	Gewässer / Unterverband	Berechnungs- fläche (Ist 2010)	Spezifischer Wasserbedarf (2 Nächte)	Wasserbedarf gesamt (2 Nächte)
1	Herrenfleth	10,0 ha	1.120,0 m³/ha	11.200 m³/2d
2	Achthöfener Fleth	75,0 ha	1.120,0 m³/ha	84.000 m³/2d
3	Altendorfer Dorffleth	65,0 ha	1.120,0 m³/ha	72.800 m³/2d
4	Große Rönne	60,0 ha	1.120,0 m³/ha	67.200 m³/2d
5	Oste (SV Großenwörden)	20,0 ha	1.120,0 m³/ha	22.400 m³/2d
	Summe	230,0 ha		257.600 m³/2d

Tabelle 3: Wasserbedarf für den Obstanbau außerhalb des UHV Kehdingen

4.3.2 Bewertung der grundlegenden Lösungsansätze

In Anlehnung an die unter Kapitel 3 genannten, grundlegenden Lösungsansätze werden an dieser Stelle die Möglichkeiten zur alternativen Wasserbereitstellung für den Obstanbau im UHV Kehdingen bewertet. Zusammenfassend ergibt sich die Einschätzung und Bewertung wie folgt:



Angesichts der großen Wasserbedarfsmengen für die Frostschutzberegnung stellt die Zuwässerung über das kommunale Wasserversorgungsnetz oder durch eigene Versorgungsbrunnen keine ernsthafte Alternative dar (Alternative a). Für sehr kleine Betriebe mit kaum ausgebauten Beregnungssystemen und dementsprechend geringem Wasserbedarf mag die Eigenversorgung bis dato noch funktioniert haben; für den Wasserbedarf einer ganzheitlichen Beregnung über zwei Nächte wäre die öffentliche Wasserversorgung unwirtschaftlich, und durch eigene Brunnen ließe sich der Wasserbedarf nicht ausreichend decken.

Da das Verbandsgebiet des UHV Kehdingen bereits heute unterhalb der Brackwassergrenze liegt, spielte die Zuwässerung aus der Elbe für die Frostschutzberegnung immer schon eine untergeordnete Rolle. Bislang haben die Betriebe ihr benötigtes Beregnungswasser überwiegend aus den aufgestauten Binnengewässern entnommen, so dass die Wasserversorgung weitgehend unabhängig von der Elbe und damit auch von den Salzgehalten des Elbwassers sichergestellt war. Diese Option bleibt auch weiterhin bestehen und wird ggf. noch erweitert (Alternative c).

Neben der Tatsache, dass die Wasserversorgung aus der Elbe nachrangig ist, sind keine aktiv genutzten Zuwässerungssiele oder –bauwerke vorhanden. Folglich scheidet die Optimierung der Schützsteuerung mangels Umsetzbarkeit als Alternative aus (Alternative b). Einige wenige Betriebe sind allerdings direkt an der Wischhafener Süderelbe angesiedelt und entnehmen das Beregnungswasser unmittelbar aus diesem Nebenarm; für diese Betriebe ist die Qualität des Elbwassers von entscheidender Bedeutung. Diesen Betrieben sollte die Möglichkeit eingeräumt werden, die aktuellen Salzgehalte zu messen – ggf. per Zugriff auf die bestehende Messvorrichtung in Wischhafen – um so den geeigneten Zeitpunkt für die Wasserentnahme bestimmen zu können (Alternative b).

Wesentliches Element einer alternativen Wasserbereitstellung in Kehdingen dürfte demnach die Vergrößerung der Speicherräume sein (Alternative d). Dieser Lösungsansatz ist insbesondere für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte alternativlos, wenn noch kein Rückfluss in die offenen Gewässersysteme eingesetzt hat und die Speicherräume nicht ausreichend wieder gefüllt werden können. Reicht das Speichervolumen von vornherein für zwei Nächte aus, bleibt man unabhängig von einer Zuwässerung aus der Elbe, und auch längere Zeiträume mit erhöhten Salzgehalten können problemlos überbrückt werden. Durch eine rechtzeitige Befüllung der vergrößerten, entweder in Form von Beregnungsteichen oder auch durch einen weiteren Aufstau der Binnengewässer realisierten Speicherräume mit qualitativ geeignetem Wasser ist die Wasserversorgung des Obstanbaugebietes sichergestellt. Andere Lösungsansätze können diese Versorgungssicherheit offensichtlich nicht bieten.

Die erforderlichen Maßnahmen werden nachfolgend beschrieben.

4.3.3 Ergebnisse – Vergrößerung dezentraler Speicherräume

4.3.3.1 Allgemeine Beschreibung

Damit es nicht zu Defiziten bei der Wasserbereitstellung kommt, muss für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte ein ausreichend großes Speichervolumen vorgehalten werden. Wie die nachfolgenden Betrachtungen zeigen werden, reicht die jetzige Speicherpraxis in Form eines Aufstaus der Binnengewässer dazu in vielen Fällen nicht aus; rechnerische Defizite bei der Wasserbereitstellung werden bereits für den heutigen Zustand nachgewiesen.

Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die vorhandenen Binnengewässer noch weiter aufgestaut werden können als bisher, ist zur Kompensation der Defizite der Bau neuer dezentraler Beregnungsteiche geplant, welche der jeweilige Eigentümer privat betreibt und unterhält. Bemessen wird das benötigte Wasservolumen für eine Beregnung über zwei Nächte, d.h. über $2 \times 14 = 28$ Stunden. Auf diese Bemessungsgröße hin ist das erforderliche Speichervolumen je nach Betriebsgröße zu ermitteln. Für die dritte Beregnungsnacht kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass ein Großteil des verregneten Wassers durch den Rücklauf aus den Entwässerungssystemen wieder zur Verfügung steht, so dass kein zusätzliches Wasser von außen zugeführt werden muss.

Selbst wenn das ermittelte Speichervolumen unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen in Hinblick auf die Flächeninanspruchnahme der Beregnungsteiche (prozentualer Anteil von der Anbaufläche) in Einzelfällen relativ groß ist, bestehen zu dem dezentralen Lösungsansatz keine Alternativen. Wegen der lokal verstreuten Lage der Obstanbaubetriebe scheidet die Herstellung von zentralen Speicherräumen, die mehrere Einzelbetriebe mit Beregnungswasser versorgen, aus.

Gestalterisch werden die Beregnungsteiche meist rechteckförmig mit Böschungsneigungen von 1 : 1,5 angelegt und mit einer nutzbaren Wassertiefe von 3 m ausgestattet. Aus ökologischen Gründen muss unterhalb des niedrigsten Entnahmewasserstandes immer noch ein Wasserpolder von min. 0,5 m als Rückzugsraum für Fische und andere aquatische Lebensformen verbleiben. Ferner wird auf Höhe des Mittelwasserspiegels eine 1 m breite Feuchtberme angelegt.

Anders als die Anbaubetriebe im Binnenland sind die drei Obstanbaubetriebe an der Wischhafener Süderelbe unmittelbar vom Elbwasser abhängig. Ein Gewässeraufstau zur Wasserbereitstellung kommt hier wegen der hohen Salzgehalte nicht in Frage und kann daher nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich zu den entsprechend größer auszulegenden Beregnungsteichen sollten an den jeweiligen Wasserentnahmestellen drei lokale Messeinrichtungen für den Salzgehalt installiert werden, um den Betrieben die Bestimmung eines geeigneten Zeitpunktes für die Wasserentnahme zu ermöglichen. Von den verschiedenen Ausstattungsvarianten (siehe Kap. 5.3.4) bietet sich die Datenfernübertragung der Messergebnisse beispielsweise auf das Mobiltelefon des Betreibers an. Wird der Grenzwert überschritten, setzt das System automatisch eine entsprechende Meldung ab, so dass unverzüglich reagiert und die Zuwässerung unterbrochen werden kann. In Kehdingen werden solche Datenfernübertragungen bereits vereinzelt praktiziert. Das System hat sich als technisch zuverlässig und gut handhabbar herausgestellt, so dass die generelle Ausstattung der Zuwässerungssiele mit solchen Systemen empfohlen wird.

4.3.3.2 Vorgehensweise

Das erforderliche Speichervolumen in den einzelnen Obstanbaubetrieben wurde in Tabellenform in Anhang A-1 ermittelt. Stark verkleinert ist die Tabelle auf einer der Folgeseiten abgebildet.

Defizitanalyse – Alternative Wasserbereitstellung in Kehdingen

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Berechnungslf. A _{ber.}	Spez. Wasserbedarf 2 Nächte - q _{ber.}		Ber.menge 2 Nächte - Q _{ber.}	Länge Ge- wässersystem	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	spez. Wasser- volumen ca.	vorh. Stau- volumen V	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ V	erf. spez. Speichervol. V _s	Neu herzustellende Berechnungsteiche			
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[2]x[3]x[4]	[6]	[7]	[8]	[9]=[6]x[8]	[10]=[5]/[9]	[11]=[5]-[9]	[12]=[11]/[2]	[13]=[12]x[2]	[14]	[15]=[13]x[14]	
1 Süddlicher Sielgraben B - Buchterkirch	30 ha 30 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	33.600 m³/2d	18.500 m	6,0 m	3,5 m³/m	64.750 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €	
2 Oste - Hohenluchter Wettern A - Seebeck-Ahrens C - Godenrath, G. D - Godenrath, N. E - Sumfleth	59,5 ha 11 ha 18 ha 18 ha 12,5 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	66.640 m³/2d	15.850 m	5,0 m	2,5 m³/m	39.625 m³	ja	27.015 m³	454 m³/ha	27.015 m³ 4.994 8.173 8.173 5.675	12,50 €	337.687,50 €	
3 Oste - Neuenseer Schleusenfleth A - Seebeck-Ahrens E1 - Sumfleth	28,5 ha 16 ha 12,5 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	31.920 m³/2d	4.500 m	5,0 m	2,5 m³/m	11.250 m³	ja	20.670 m³	725 m³/ha	20.670 m³ 11.604 9.066	12,50 €	258.375,00 €	
4 Freiburger Schleusenfleth F1 - Schmoltd F2 - Schmoltd I - Köpke, R. G - Beckmann K3 - Godenrath, R.+K.	125 ha 61 ha 20 ha 19 ha 20 ha 5 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	140.000 m³/2d	15.915 m	6,0 m	3,0 m³/m	47.745 m³	ja	92.255 m³	738 m³/ha	92.255 m³ 45.020 14.761 14.023 14.761 3.690	12,50 €	1.153.187,50 €	
5 Wischhafener Schleusenfleth K2 - Godenrath, R.+K. J2 - Kruse L - Heinsohn	65 ha 12 ha 45 ha 8 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	72.800 m³/2d	9.000 m	9,0 m	5,0 m³/m	45.000 m³	ja	27.800 m³	428 m³/ha	27.800 m³ 5.132 19.246 3.422	12,50 €	347.500,00 €	
6 Wischhafener Moorkanal J1 - Kruse K1 - Godenrath, R.+K.	15 ha 5 ha 10 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	16.800 m³/2d	6.680 m	5,0 m	2,5 m³/m	16.700 m³	ja	100 m³	7 m³/ha	100 m³ 33 67	12,50 €	1.250,00 €	
7 Neulander Fleth / Moorkanal E2 - Sumfleth P - Elsen Q - Bargstedt	42,5 ha 1,5 ha 40 ha 1 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	47.600 m³/2d	4.900 m	10,0 m	5,0 m³/m	24.500 m³	ja	23.100 m³	544 m³/ha	23.100 m³ 815 21.741 544	12,50 €	288.750,00 €	
8 Wischh. Süderelbe / Sandloch O - Meyer M - Eylmann, R. N1 - Eylmann, F. M - Weideland Eylmann, R.	91 ha 46 ha 35 ha 10 ha 70 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	101.920 m³/2d	14.400 m	10,0 m	- m³/m	0 m³	ja	101.920 m³	1.120 m³/ha	101.920 m³ 51.520 39.200 11.200	12,50 €	1.274.000,00 €	
												42 m³	=> vernachlässigbar gering!		
9 Dornbusch-Nindorfer Wettern N2 - Eylmann, F.	20 ha 20 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	22.400 m³/2d	7.300 m	4,0 m	2,5 m³/m	18.250 m³	ja	4.150 m³	208 m³/ha	4.150 m³ 4.150	12,50 €	51.875,00 €	
10 Theisbrügger Schleusenfleth R - Bahr	20 ha 20 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	22.400 m³/2d	3.070 m	5,0 m	2,5 m³/m	7.675 m³	ja	14.725 m³	736 m³/ha	14.725 m³ 14.725	12,50 €	184.062,50 €	
11 Kl. Sietwender Fleth A1 - Raddatz	8 ha 8 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	8.960 m³/2d	7.270 m	4,0 m	2,5 m³/m	18.175 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €	
12 Asseler Schleusenfleth S, T - Völkers, Moje	14 ha 14 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	15.680 m³/2d	3.670 m	6,0 m	2,5 m³/m	9.175 m³	ja	6.505 m³	465 m³/ha	6.505 m³ 6.505	12,50 €	81.312,50 €	
13 Barnkruger Wettern C1 - v. Borstel C4 - v. Borstel	24 ha 10 ha 14 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	26.880 m³/2d	1.120 m	4,0 m	2,5 m³/m	2.800 m³	ja	24.080 m³	1.003 m³/ha	24.080 m³ 10.033 14.047	12,50 €	301.000,00 €	
14 Hörne-Götzdorfer Kanal U - Völkers, Chr.H. V - Schulte W - Heinrichs	52 ha 20 ha 18 ha 14 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	58.240 m³/2d	10.640 m	6,0 m	2,5 m³/m	26.600 m³	ja	31.640 m³	608 m³/ha	31.640 m³ 12.169 10.952 8.518	12,50 €	395.500,00 €	
15 Nebengraben Hö.-Gö.-Kanal X - Völkers, G. V - Heinrichs	10 ha 5 ha 5 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	11.200 m³/2d	950 m	2,0 m	2,0 m³/m	1.900 m³	ja	9.300 m³	930 m³/ha	9.300 m³ 4.650 4.650	12,50 €	116.250,00 €	
Gesamtsumme	604,5 ha	677.040 m³/2d									383.260 m³		383.281 m³	4.790.750,00 € rd.	4.791.000,00 €

Abbildung 6: Alternative Wasserbereitstellung in Kehdingen (vgl. Anhang A-1)

Da die Zuwässerung aus der Elbe wegen der ungeeigneten Wasserqualität in Kehdingen keine Rolle spielt, wird auf eine Betrachtung von zeitgestaffelt eingeschränkten Sielzugzeiten verzichtet. Anstelle dessen wird ohne weitere Vorprüfung davon ausgegangen, dass eine alternative Wasserbereitstellung für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte gewährleistet sein muss.

In der Tabelle in Anhang A-1 werden zunächst die erforderlichen Beregnungsmengen, aufgegliedert nach Gewässereinheiten und resultierend aus den Einzelflächen der daran angebundenen Obstanbaubetriebe, ermittelt (Spalten 2 bis 5).

Anschließend wird untersucht, welches Stauvolumen in den aufgestauten Binnengewässern zur Verfügung steht (Spalten 6 bis 9). Während die Länge des Gewässersystems anhand des vorliegenden Kartenwerks eindeutig bestimmt werden konnte, lagen keine Informationen zur tatsächlichen Wasserspiegelbreite bzw. zum Wasservolumen des Gewässers pro lfd. Meter vor. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen Angaben um grobe Annahmen bzw. Schätzungen handelt, die ggf. in weiterführenden Planungsschritten durch örtliche Vergleichsmessungen verifiziert werden müssten. Gleichwohl wurden wirklichkeitsnahe Annahmen getroffen, die auf Erfahrungswerten und auf Angaben des Unterhaltungsverbandes beruhen, so dass die Größenordnung der Stauvolumenermittlung im realistischen Bereich liegen sollte.

Ergibt sich ein Defizit beim Vergleich von erforderlicher Beregnungsmenge und vorhandenem Stauvolumen, wird dies in der Tabelle durch einen entsprechenden Hinweis vermerkt (Spalte 10) und das Volumendefizit ΔV wird errechnet (Spalte 11).

Daran anknüpfend wird das Volumendefizit, welches beispielsweise durch Wasserspeicherung in der Obstanbaufläche ausgeglichen werden muss, in erforderliches, spezifisches Speichervolumen V_S umgerechnet. Dazu wurde das Volumendefizit auf die jeweilige Beregnungsfläche in den Gewässereinheiten umgelegt (Spalte 12).

In Spalte 13 wird schließlich das spezifische Speichervolumen V_S mit den Beregnungsflächen der Einzelbetriebe multipliziert, so dass im Ergebnis das benötigte Speichervolumen für jeden Betrieb abgelesen werden kann.

Abschließend werden die voraussichtlichen Herstellungskosten für die entsprechend zu dimensionierenden Beregnungsteiche abgeschätzt (Spalten 14 und 15).

4.3.3.3 Defizitanalyse

Wie die Tabelle zeigt, besteht für Kehdingen unter den heutigen Rahmenbedingungen ein Volumendefizit von $\Delta V = \text{rd. } 383.300 \text{ m}^3$ Beregnungswasser. Dieses Defizit ist etwa halb so groß wie die rechnerisch benötigte Beregnungsmenge von insgesamt rd. 677.000 m^3 für zwei aufeinanderfolgende Nächte.

Das Volumendefizit von rd. 383.300 m^3 muss - zusätzlich zur Wasserentnahme aus den aufgestauten Binnengewässern - in den Obstanbauflächen durch den Bau von Beregnungsteichen bereitgestellt werden. Anzumerken ist, dass das Defizit unabhängig von der Qualität des Elbwassers bereits im Ist-Zustand besteht, so dass der Ausbau des Speicherraumes theoretisch sofort umgesetzt werden müsste, um die kontinuierliche Beregnung sicherzustellen.

Bei einer Anzahl von rd. 34 Betrieben, verteilt auf 15 Gewässereinheiten, ergibt sich ein durchschnittliches, zusätzlich zu schaffendes Speichervolumen von rd. $V = 11.300 \text{ m}^3$ pro Betrieb. Nimmt man eine nutzbare Teichtiefe von 3 m an, könnte dieses Speichervolumen auf einer Beregnungsteichfläche von etwa $A = 75 \times 66 = 4.950 \text{ m}^2 = 0,50 \text{ ha}$ bereitgestellt werden.

Bei der durchschnittlichen Betriebsgröße in Kehdingen von rd. $604,5 / 34 = 17,8$ ha entspräche diese Teichfläche einem Anteil an der Beregnungsfläche in Höhe von 2,8%. Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten erscheint der mit dem Bau von Beregnungsteichen einher gehende Verlust an Obstanbaufläche für die einzelnen Betriebe damit noch vertretbar.

Betrachtet man ausschließlich die drei an der Wischhafener Süderelbe (Bewässerungseinheit 8) gelegenen Betriebe, bei denen kein Gewässeraufstau berücksichtigt werden konnte, wären dort neue Beregnungsteiche für den Gesamtwasserbedarf in Höhe von rd. 102.000 m³ herzustellen. Die sich daraus ergebenden, prozentualen Flächenanteile lägen über den durchschnittlichen Werten für Kehdingen.

Allein für diese Betriebe könnte auch die Betrachtung einer zeitgestaffelt eingeschränkten Wasserentnahme aus der Elbe sinnvoll sein. Im Gegensatz zum Alten Land wären hier allerdings nicht die Sieldzugzeiten und Durchflussmengen sondern die tatsächlichen Zeitspannen anzusetzen. Für das resultierende Volumendefizit in Höhe von $\Delta V = 2 \text{ h (4 h, 6 h)} \times 40 \text{ m}^3/\text{h} \times 91 \text{ ha} = 7.280 \text{ m}^3$ (14.560 m³, 21.840 m³) wäre entsprechender Ersatz in Form von kleineren Beregnungsteichen ausreichend.

Für die außerhalb des UHV Kehdingen an der Oste gelegenen Obstanbaubetriebe ergibt sich ein zusätzliches Volumendefizit von insgesamt $\Delta V = \text{rd. } 163.500 \text{ m}^3$ (hier nicht dargestellt; siehe Anhang A-1, Blatt 2). Dieses Defizit ist mehr als halb so groß wie die benötigte Beregnungsmenge, die in diesem Bereich insgesamt rd. 257.600 m³ beträgt.

Bei einer Anzahl von rd. 8 Betrieben, verteilt auf 5 Gewässereinheiten, ergibt sich ein durchschnittliches Speichervolumen von rd. $V = 20.450 \text{ m}^3$ pro Betrieb. Hintergrund für dieses deutlich größere Stauvolumen sind die entsprechend größeren Beregnungsflächen der dortigen Anbaubetriebe.

Bei einer nutzbaren Teichtiefe von 3 m könnte dieses Speichervolumen auf einer Beregnungsteichfläche von etwa $A = 100 \times 84 = 8.400 \text{ m}^2 = 0,84 \text{ ha}$ bereitgestellt werden. Bei der durchschnittlichen Betriebsgröße außerhalb Kehdingens von rd. $230 / 8 = 28,8$ ha entspräche diese Teichfläche einem Anteil an der Beregnungsfläche in Höhe von 2,9%.

Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten erscheint der mit dem Bau von Beregnungsteichen einher gehende Verlust an Obstanbaufläche für die einzelnen Betriebe damit noch vertretbar.

4.3.3.4 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zur Kompensation des Volumendefizits wären im UHV Kehdingen erforderlich (siehe Anlage 3.2 – Maßnahmenplanung UHV Kehdingen):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf Werte zwischen $V_s = 210 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Gewässersystem Dornbusch-Nindorfer Wettern) und $V_s = 1.120 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Gewässersystem Wischhafener Süderelbe), entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 383.300 \text{ m}^3$ Speicherraum.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **34 neuen Beregnungsteichen** (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 18 ha) oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit vergleichbar großem Speichervolumen.
- Zugriff der drei Obsthöfe an der Wischhafener Süderelbe / Sandloch auf die **Messeinrichtung** für Salinität am Sperrwerk Wischhafen durch Einrichtung einer Datenfernübertragung.

Hinzu kommen ggf. die Kompensationsmaßnahmen für die Obstanbaubetriebe außerhalb des UHV Kehdingen, an den Nebenflüssen der Oste:

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf Werte zwischen $V_S = 590 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Gewässersystem Große Rönne) und $V_S = 920 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Gewässersystem Altendorfer Dorffleth), entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 163.500 \text{ m}^3$ Speicherraum.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **6 neuen, relativ großen Beregnungsteichen** (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 30 ha) oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit vergleichbar großem Speichervolumen.

Insgesamt ergibt sich folgende Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh.	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Beregnungsteiche für Einzelbetriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Datenfernübertragung Messeinrichtg. (vorh. Messeinrichtung Sperrwerk Wh.)				3	500,00 €	1.500,00 €
UHV Kehdingen	677.040 m ³	293.740 m ³	383.300 m ³	34	140.900,00 €	4.790.600,00 €
Außerhalb UHV Kehdingen	257.600 m ³	94.065 m ³	163.535 m ³	6	340.700,00 €	2.044.200,00 €
Gesamtsumme						6.836.300,00 €

Tabelle 4: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Obstanbau in Kehdingen

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung, vornehmlich in Form neuer Beregnungsteiche, ergeben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 6,84 Mio. €.

Bei alleiniger Betrachtung der drei an der Wischhafener Süderelbe (Bewässerungseinheit 8) gelegenen Betriebe belaufen sich die Baukosten auf rd. 0,002 (Datenfernübertragung) + 1,274 (Teiche) = 1,276 Mio. €. Da diese Betriebe unmittelbar vom Elbwasser abhängig sind, werden sie in der Kostenzusammenstellung als eine separate Ausbaustufe erfasst.

Denkbar wären für die Wischhafener Betriebe auch abgestufte Lösungen in Bezug auf eine zeitgestaffelte Einschränkung der Wasserentnahme, die sich durch entsprechend kleinere Teichvolumina und geringere Herstellungskosten ausdrücken. Die Herstellungskosten für die Teichanlagen würden sich bei dieser Herangehensweise auf etwa $7.280 \text{ m}^3 \times 12,50 \text{ €/m}^3 = 0,091 \text{ Mio. €}$ (0,182 Mio. €, 0,273 Mio. €) reduzieren.

4.4 **Kostenzusammenstellung**

Für die verschiedenen Maßnahmen zur Sicherstellung einer alternativen Wasserbereitstellung in Kehdingen wurden überschlägige Massen- und Kostenermittlungen durchgeführt, die in den jeweiligen Unterkapiteln enthalten sind.

Die geschätzten Herstellungskosten werden nachfolgend noch einmal in der Übersicht zusammengestellt:

Teilobjekt 1:	Viehwirtschaft in Nordkehdingen	2.340.000,-- €
Teilobjekt 2:	Frostschutzberegnung im Obstanbau	
	Ausbaustufe 1: Betriebe an der Wischhafener Süderelbe	1.276.000,-- €
	wie vor, mit 2-h-Einschränkung:	92.500,-- €
	wie vor, mit 4-h-Einschränkung:	183.500,-- €
	wie vor, mit 6-h-Einschränkung:	274.500,-- €
	Ausbaustufe 2: Alle Obstanbaubetriebe	6.836.000,-- €

In den Kostenanschlägen sind weder Grunderwerbs- noch Entschädigungszahlungen enthalten. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Obstbaubetriebe als Profiteure der Planung die Flächen für die Herstellung der Beregnungsteiche und der sonstigen Anlagen kostenfrei zur Verfügung stellen.

- Frostschutzberegnung für drei Obstanbaubetriebe an der Wischhafener Süderelbe

Ausbaustufe 1 – Reduzierung der Wasserentnahme um 2 h:	92.500,-- €
Ausbaustufe 2 – Reduzierung der Wasserentnahme um 4 h:	183.500,-- €
Ausbaustufe 3 – Reduzierung der Wasserentnahme um 6 h:	274.500,-- €
Ausbaustufe 4 – Keine Zuwässerung aus der Elbe möglich	1.276.000,-- €
- Frostschutzberegnung für sämtliche Obstanbaubetriebe im Verbandsgebiet des UHV
(inklusive der drei Betriebe an der Wischhafener Süderelbe)

34 neue Beregnungsteiche, 3 Datenfernübertragungen	4.792.100,-- €
--	----------------
- Frostschutzberegnung für die Obstanbaubetriebe außerhalb des UHV Kehdingen

6 neue, relativ große Beregnungsteiche	2.044.200,-- €
--	----------------

5 Unterhaltungsverband Altes Land – 1. Meile

5.1 Nutzungsansprüche

Das Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes Altes Land wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung in die Teilabschnitte der 1. Meile (zwischen Schwinge und Lühe) und der 2. Meile (zwischen Lühe und Este) unterteilt. Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich zunächst mit der alternativen Wasserversorgung der 1. Meile, in der insgesamt 10 Unterverbände organisiert sind.

Im UHV Altes Land wird nahezu flächendeckend intensiver Obstanbau betrieben, wobei die Frostschutzberegnung zum Schutz vor Ernteausfällen zunehmend unverzichtbar und ein wesentlicher Bestandteil der Flächenbewirtschaftung ist. Zur Beregnung werden sehr große Wassermengen in geeigneter Qualität benötigt. Nur die Teilflächen südwestlich der neuen Autobahn A 26 stellen hinsichtlich der Flächenbewirtschaftung eine Ausnahme dar, da dort die Bedeutung des Obstanbaus wegen der mangelnden Flächenerreichbarkeit und der kleinklimatischen Rahmenbedingungen abnimmt. Die betreffenden Flächen werden aus diesem Grund bei der Frostschutzberegnung nicht mehr berücksichtigt.



Abbildung 7: UHV Altes Land – 1. Meile (Quelle: Google Maps)

Die Bedeutung der Frostschutzberegnung für den Obstanbau wurde bereits frühzeitig erkannt. In den 1980`er und 1990`er Jahren sind die Erkenntnisse und Erfahrungen in sogenannte ‚Rahmenentwürfe zur Frostschutzbewässerung‘ eingeflossen (vgl. Unterlagen [1] bis [13]). In diesen Rahmenentwürfen wurden unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung des Obstanbaus im jeweiligen Verbandsgebiet alle technischen und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Sicherstellung der Wasserversorgung untersucht. Weit in die Zukunft gerichtet, wurden die aus damaliger Sicht maximal realisierbaren Beregnungsflächen definiert und der daraus resultierende Wasserbedarf ermittelt. Nicht zuletzt wurden auch verbandsspezifische Empfehlungen zur Anlage von Beregnungsteichen als dezentra-

le Speicherräume ausgesprochen, um somit mögliche Defizite beim Zulauf aus der Elbe kompensieren zu können. Inhaltlich bezogen sich die Rahmenentwürfe jeweils separat auf die einzelnen Unterverbände, so dass unterschiedliche Anforderungen herausgearbeitet wurden. Ziel war es, bestehende Defizite auch für die Zukunft aufzuzeigen und die erforderlichen Maßnahmen zur Wasserbereitstellung planerisch darzustellen.

Probleme mit der Wasserversorgung bestehen nach Angaben des UHV bislang noch nicht. In der Vergangenheit konnten die Obstanbauflächen stets ausreichend mit geeignetem Wasser beregnet werden.

Allerdings sind noch nicht überall Beregnungsanlagen in den Obstanbauflächen installiert worden, wie eine aktuelle Abfrage beim Landkreis Stade als zuständige Untere Wasserbehörde ergeben hat. Gegenüber den Ansätzen aus den Rahmenentwürfen wurden bislang für weniger als die Hälfte der damals angesetzten Flächen wasserrechtliche Genehmigungen für den Betrieb von Beregnungsanlagen und -teichen erteilt. Hintergrund hierfür dürfte sein, dass die Errichtung der privaten Beregnungsanlagen mit einem erheblichen Investitionsaufwand verbunden ist, der von manchen Landwirten offenkundig gescheut wurde. Zudem muss die Herstellung der Teiche und Leitungssysteme sinnvoll in den Betriebsablauf eingepasst werden, wobei der Pflanzenzyklus eine wesentliche Rolle spielt. Obstbaumkulturen werden in der Regel nach etwa 20 Jahren durch Neuanpflanzungen ersetzt, so dass die Flächen erst dann für Leitungsverlegungen und den Bau von Beregnungsanlagen zugänglich sind. In wenigen Fällen wurden auch die Vorgaben der Rahmenentwürfe hinsichtlich des Ausbaus von Gewässern und Gräben nicht umgesetzt, so dass die Wasserzuführung in bestimmten Teilgebieten nicht gesichert ist und potenziell herzustellende Beregnungsteiche nicht versorgt werden könnten. Nach Auskunft des Verbandes sollen diese Restflächen jedoch in absehbarer Zeit erschlossen und die Beregnungsanlagen nachgerüstet werden.

Das benötigte Wasser wird derzeit bei geeigneten Wasserständen direkt aus der Elbe oder aus den Nebenflüssen Schwinge und Lühe entnommen. Hierzu stehen die Sielbauwerke Bassenfleth (S8), Twielenfleth (S9) und Wetterndorf (S10) in der Hauptdeichlinie der Elbe sowie die Sielbauwerke Symphonie an der Schwinge und Neuhoof an der Lühe zur Verfügung. Über die daran angebundenen Verbandsgewässer II. Ordnung wird das Wasser im Gebiet verteilt.

Neben der kontinuierlichen Zuwässerung aus der Elbe stellt die dezentrale Wasserspeicherung einen wesentlichen Baustein der Wasserbereitstellung für die Frostschutzberegnung dar. Mithilfe der in den Obstanbauflächen vorhandenen, dezentralen Speicherbecken bzw. Beregnungsteiche werden die Einlassbauwerke und weiterführenden Gräben und Wettern hydraulisch entlastet, da das benötigte Beregnungswasser bereits in der Fläche gespeichert und dadurch frei verfügbar ist. Weiterer Vorteil des Speicherprinzips ist, dass nicht kontinuierlich zugewässert werden muss, so dass für die Zuwässerung ein aus quantitativer und qualitativer Sicht optimaler Zeitpunkt gewählt werden kann (Entkoppelung des Entnahmezeitpunkts vom Beregnungszeitpunkt). Das spezifisch erforderliche Speichervolumen wird durch den jeweiligen Verband fest vorgegeben, wobei unterschiedliche Forderungen bestehen; die Obstbauern sind gehalten, diese Vorgaben umzusetzen.

Allerdings decken die vorhandenen Teichanlagen bislang nur einen Teil des benötigten Wasservolumens ab. In der Praxis wird während der Beregnungszeit durch einen künstlichen Aufstau des Wasserstandes im Gewässersystem zusätzlicher Stauraum geschaffen, um den Wasserbedarf der ersten Nacht auf diese Weise abzudecken. Vielfach reicht diese Form der Wasserspeicherung noch aus und die Betriebe entnehmen das Beregnungswasser direkt aus den Wettern und Gräben.

Im Vergleich zum Obstanbau spielt die Viehwirtschaft nach Angaben des Verbandes keine bzw. nur eine sehr untergeordnete Rolle, so dass auf eine nähere Betrachtung der Viehtränke im UHV Altes Land verzichtet werden kann.

5.2 Ermittlung des Wasserbedarfes

Laut Auskunft des Landkreises Stade als Untere Wasserbehörde wurden im Verbandsgebiet der 1. Meile Alten Landes bislang wasserrechtliche Genehmigungen für rd. 1.200 ha Berechnungsfläche erteilt. Demgegenüber ging man zum Zeitpunkt der Aufstellung der Rahmenentwürfe für die Frostschutzberechnung von einer maximalen Berechnungsfläche von insgesamt rd. 2.700 ha aus. Teilweise haben die Unterverbände über die damaligen Ansätze hinaus in aktuell durchgeführten Befragungen weiteren Flächenbedarf für die Zukunft angemeldet, der mit einer Gesamtfläche von rd. 2.820 ha in die Ermittlung des Wasserbedarfs eingeht.

Nr.	Unterverband	Genehmigte Berechnungsfläche laut LK Stade (Ist 2010)	Zukünftige Berechnungsfläche laut Rahmenentwurf (Soll~1990)	Fortschreibung der zukünftigen Berechnungsfläche (Soll 2010)
1	Wöhrdener Schleusenverband	52,56 ha	121,0 ha	121,0 ha
2	Bassenflether Schleusenverband	86,95 ha	199,0 ha	200,0 ha
3	Twielenflether Schleusenverband	49,56 ha	137,0 ha	164,0 ha
4	Hollerner Binnenschleusenverband	346,28 ha	704,0 ha	704,0 ha
5	Wasser- und Bodenverband Agathenburger Moor	31,52 ha	86,0 ha	172,0 ha
6	Wetterndorfer Schleusenverband	278,97 ha	680,0 ha	680,0 ha
7	Guderhandvierteler Schleusenverband	281,28 ha	600,0 ha	600,0 ha
8	Sassensielverband Grünendeich	7,50 ha	50,0 ha	50,0 ha
9	Hollerner Moorschleusenverband	40,27 ha	90,0 ha	90,0 ha
10	Horneburg-Dollerner Moorschleusenverband	20,79 ha	40,0 ha	40,0 ha
	Summe	1.195, 68 ha	2.707,0 ha	2.821,0 ha

Tabelle 5: Berechnungsflächen in der 1. Meile Alten Landes

Laut Aussage des Landkreises Stade haben vermutlich nicht alle vorhandenen Berechnungsanlagen ein ordnungsgemäßes wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchlaufen. Realistisch sei aus heutiger Sicht eher von einer tatsächlichen Berechnungsfläche von rd. $A_{\text{Ber.}} = 2.000$ ha auszugehen.

Gemäß Kapitel 2.4.1 ist bei der Ermittlung des Wasserbedarfes für die Frostschutzberechnung ein flächenspezifischer Wasserbedarf pro Berechnungsnacht in Höhe von

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{ha}) \times 14 \text{ h} = \mathbf{560 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

anzusetzen. Da in den Rahmenentwürfen noch nicht überall mit diesen hohen Ansätzen operiert wurde, enthalten die nachfolgenden hydraulischen Berechnungen gewisse Reserven. Sofern nach der ersten Nacht kein nennenswerter Rücklauf in die Speichersysteme zu verzeichnen ist, muss das Berechnungs-

wasser für gleich zwei Berechnungsnächte vorgehalten werden, so dass sich der flächenspezifische Wasserbedarf ggf. verdoppelt.

Dieser Wasserbedarf wird einerseits durch kontinuierlichen Zufluss aus der Elbe und andererseits über das gespeicherte Wasser in den vorhandenen Beregnungsteichen abgedeckt. Das verbandsseitig vorgegebene, spezifische Speichervolumen wurde in Abhängigkeit von möglichen Sielschlusszeiten ermittelt; es beträgt je nach Verbandsgebiet etwa

$$V_s = 200 \text{ bis } 350 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

Insgesamt ergibt sich für die Obstanbauflächen in der 1. Meile Alten Landes folgender Wasserbedarf pro Berechnungsnacht:

1. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell laut LK Stade (Ist 2010)	Zukünftiger Wasserbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~ 1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Gesamtfläche 1. Meile	2.000,0 ha	2.707,0 ha	2.821,0 ha
Spezifischer Wasserbedarf	560 m ³ /ha	560 m ³ /ha	560 m ³ /ha
Gesamt Wasserbedarf Q_d	1.120.000 m³/d	1.515.920 m³/d	1.579.760 m³/d
Stundenmittel erf. Q _d /24	12,96 m ³ /s	17,55 m ³ /s	18,28 m ³ /s

Tabelle 6: Gesamt-Wasserbedarf in der 1. Meile Alten Landes pro Berechnungsnacht

Wie die Tabelle zeigt, sind die Wasserbedarfe für die Frostschtzberegnung immens. Gerade wenn die absehbaren zukünftigen Entwicklungen des Obstanbaus in der Region abgeschlossen sind, wird der Wasserbedarf gegenüber der Ist-Situation nochmals deutlich steigen. Voraussichtlich wird es dann zunehmend zu Problemen bei der Wasserversorgung kommen, da die verbandsinternen Gewässer- und Speichersysteme vielfach noch nicht auf eine derartige Steigerung der Wassermengen ausgerichtet sind. Die bautechnischen Empfehlungen aus den Rahmenentwürfen (Gewässerausbau, Bau von Beregnungsteichen u.ä.) sollten folglich zeitnah umgesetzt werden, damit es zukünftig nicht zu Engpässen kommt.

Für die einzelnen Unterverbände wurde der jeweilige Wasserbedarf separat ermittelt. Weitere Informationen dazu sind den als Anhang A beigefügten Erfassungsbögen zu entnehmen, die im Wesentlichen auf den Flächenansätzen aus den Rahmenentwürfen basieren.

5.3 Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe

5.3.1 Allgemeines

Bei der Betrachtung der Auswirkungen einer eingeschränkten Zuwässerung aus der Elbe ist die hydraulische Leistungsfähigkeit der vorhandenen Elbdeichsiele entscheidend. Die Siele müssen hydraulisch in der Lage sein, das benötigte Wasservolumen in kürzeren Zeiträumen zuzuleiten.

Nicht alle Unterverbände beziehen ihr Beregnungswasser über ein eigenes Sielbauwerk aus der Elbe oder den Nebenflüssen. So nutzen beispielsweise mehrere Unterverbände gemeinsam das Elbdeichsiel Twielenfleth für die Zuwässerung; gleiches gilt auch für das Lühe-Siel in Neuhof. Für die hydraulischen Nachweise der Sielbauwerke werden die daran angeschlossenen Unterverbände im Rahmen dieses Planungsschrittes zu einer „Bewässerungseinheit“ zusammengefasst.

Zunächst unberücksichtigt bleibt in diesem Bearbeitungsschritt – im Sinne ungünstiger Annahmen – die Wasserbereitstellung aus den Beregnungsteichen. Vielmehr wird bei den Berechnungen davon ausgegangen, dass der gesamte Wasserbedarf ausschließlich über die kontinuierliche Zuwässerung aus der Elbe gedeckt werden muss. Möglicherweise ergeben sich dadurch bereits im Bestand rechnerische Defizite, die in der Praxis durch ein ausreichend großes Speichervolumen kompensiert werden. Hierauf wird an geeigneter Stelle hingewiesen.

Bei der Betrachtung der eingeschränkten Zuwässerung aus der Elbe wird gemäß Aufgabenstellung ein zeitgestaffelter Ansatz über 2, 4 und 6 Stunden bis hin zu einem Totalverzicht zugrunde gelegt. Ausgegangen wird jeweils von der Ist-Situation, d.h. von der heute verfügbaren Sielzugzeit für die Bewässerung, die im Wesentlichen von der Sohllage des Siellaufes, von seiner Geometrie und von den Wasserstandsverhältnissen abhängt.

Sofern die zeitgestaffelt verkürzte Sielzugzeit auch weiterhin ausreicht, um die benötigten Wassermengen zuzuführen, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Besonderes Augenmerk ist allerdings auf die sich erhöhende Fließgeschwindigkeit zu richten, damit es nicht zu strömungsbedingten Schäden an den Sielbauwerken kommt.

Werden Defizite beim Durchfluss festgestellt, muss zunächst das vorhandene bzw. seitens der Verbände geforderte, dezentrale Speichervolumen in die Bewertungen einbezogen werden; reicht auch dieses für eine Kompensation der Beeinträchtigungen nicht aus, sind entsprechende bauliche Maßnahmen zu ergreifen (z.B. Vergrößerung des Speichervolumens).

Analog gilt dies auch für den weiteren Wassertransport und die -verteilung in das Obstanbaugebiet hinein. Sind die Wettern und Gräben hydraulisch nicht in der Lage, die größeren Wassermengen abzuleiten, müssen ggf. Ausbaumaßnahmen in Form von Verbreiterungen des Durchflussquerschnitts vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt. Zunächst wird die Zuwässerung über die Sielbauwerke untersucht, anschließend wird kurz auf den weiteren Wassertransport eingegangen. Da sich die Betrachtungen eines totalen Verzichts der Zuwässerung aus der Elbe von den Bewertungen einer zeitgestaffelt reduzierten Zuwässerung unterscheiden, werden die Worst-Case-Szenario in einem separaten Kapitel behandelt (siehe Kap. 5.5).

5.3.2 Vorgehensweise

Die durchgeführten Nachweise für die zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe sind im Anhang B-1 in Tabellenform wiedergegeben.

Gegliedert nach Sielbauwerken für die Zuwässerung (Bewässerungseinheiten), wurden darin zunächst die angeschlossenen Beregnungsflächen aufgelistet (Spalte 2). Unterschieden wird in zwei Tabellen nach der Ist-Situation (Ist 2010) und der zukünftigen Situation mit den Beregnungsflächen laut Rahmenentwürfen (Soll ~1990). Einvernehmlich verzichtet wird dagegen auf die weitere Betrachtung der fortgeschriebenen, zukünftigen Beregnungsflächen (Soll 2010). Aus den Beregnungsflächen ergibt sich der jeweilige Wasserbedarf pro Tag (Spalte 5), der u.a. aufgrund der Tideabhängigkeit nicht kontinuierlich zugeführt werden kann.

Für die Zuwässerung der benötigten Wassermengen stehen lediglich bestimmte Sielzugzeiten zur Verfügung, die primär von den spezifischen Wasserstandsverhältnissen und der Sohlage des Sielbauwerks abhängig sind. In den Rahmenentwürfen zur Wasserbereitstellung wurden die maßgebenden Sielzugzeiten bei ungünstigen Ostwindwetterlagen anhand von konkreten Tideverläufen ermittelt. Da ein Frostereignis häufig mit solchen Großwetterlagen zusammenfällt, wirken sich die dann vorherrschenden, niedrigen Wasserstände in der Elbe negativ auf die Zuwässerung aus. Um im Rahmen der vorliegenden Studie von den gleichen ungünstigen Annahmen auszugehen, wurden die spezifisch ermittelten Sielzugzeiten aus den Rahmenentwürfen übernommen. Exemplarisch wird im nachfolgenden Kapitel die relativ komplexe Ermittlung der Sielzugzeit und der Durchflussleistung am Beispiel des Deichsiesels Twielenfleth (S9) während des Bemessungsereignisses vom 05.05./06.05.1991 nachvollzogen.

Ausgehend von dieser spezifisch ermittelten, ungünstigen Sielzugzeit, wurden anschließend die zur Verfügung stehenden Zeiträume für die Zuwässerung jeweils um 2, 4 oder 6 Stunden pro Tag verkürzt (Spalte 6, farbig unterlegt).

Aus der verkürzten Sielzugzeit resultiert eine rechnerische Erhöhung des notwendigen Sieldurchflusses, da die gleiche Wassermenge in kürzerer Zeit durchgeleitet werden muss. Der erforderliche Sieldurchfluss wurde in der folgenden Tabellenspalte ermittelt (Spalte 7, farbig unterlegt).

Allerdings verfügt der Sielquerschnitt im Bestand nur über eine bestimmte, hydraulische Abflussleistung, die sich ebenfalls aus den vorhandenen Wasserstandsverhältnissen sowie aus der Bauwerksgeometrie ergibt (Spalte 8). Der Mittelwert dieser Abflussleistung wurde ebenfalls in den Rahmenentwürfen errechnet. Da die angenommene Reduzierung der Sielzugzeit während des Flutscheitels wirken soll, bleibt die mittlere Abflussleistung nicht konstant, sondern reduziert sich ebenfalls. Zum besseren Verständnis wird auf das Beispiel Twielenfleth im nachfolgenden Kapitel verwiesen.

Die vorhandene Abflussleistung wurde mit dem erforderlichen Durchfluss verglichen. Sofern sich ein Defizit zwischen vorhandenem und benötigtem Durchfluss ergibt, so ist dies in der Tabelle entsprechend angegeben (Spalte 9).

Daran anknüpfend wird das Durchflussdefizit für die jeweilige Sielzugzeit in ein absolutes Volumendefizit umgerechnet (Spalte 10). Dieses Volumendefizit, d.h. die nicht über das Sielbauwerk zuführbare Wassermenge, muss beispielsweise durch Wasserspeicherung in der Obstanbaufläche ausgeglichen werden. Zur Kompensation des Volumendefizits ergibt sich ein erforderliches, spezifisches Speichervolumen V_S , das auf die betreffende Beregnungsfläche umgelegt wurde (Spalte 11) Sofern eine Überschreitung des verbandsseitig geforderten Speichervolumens errechnet wurde, ist diese Überschreitung in der Tabelle rot markiert.

Abschließend wird die resultierende Fließgeschwindigkeit im Sielquerschnitt (Spalte 14) errechnet, die mit den erhöhten Durchflussmengen ebenfalls steigt. Als Grenzwert für mögliche Bauwerksschäden wurde hier eine verträgliche Fließgeschwindigkeit von $v = 1,5 \text{ m/s}$ angesetzt (Spalte 15). Auftretende Überschreitungen sind wiederum rot markiert.

5.3.3 Exemplarische Ermittlung der Sielzugzeit und der Abflussleistung

Da die Ermittlung der Sielzugzeit und der hydraulischen Abflussleistung (Spalte 8) wegen der Tideabhängigkeit relativ komplex ist, wird der Berechnungsgang an dieser Stelle am Beispiel des Deichsiesels Twielenfleth (S9) exemplarisch nachvollzogen. Was die anderen Deichsiele anbelangt, wird auf die Berechnungen und Angaben in den Rahmenentwürfen verwiesen.

Grundlage der Abflussberechnung, im Sinne ungünstiger Annahmen, ist das Bemessungsereignis vom 05.05./ 06.05.1991. Damals musste eine lang andauernde Frostschutzberegnung während eines relativ niedrigen Tideverlaufes durchgeführt werden (vgl. [3]). Vergleichbare Ereignisse sind in der Vergangenheit nur sehr selten eingetreten.

Im binnenseitigen Hollerner Schöpfwerkskanal wird im Frühjahr ein Stauwasserstand von NN -0,80 m gehalten; das Siel wird bei Außenwasserständen oberhalb NN -0,75 m geöffnet.

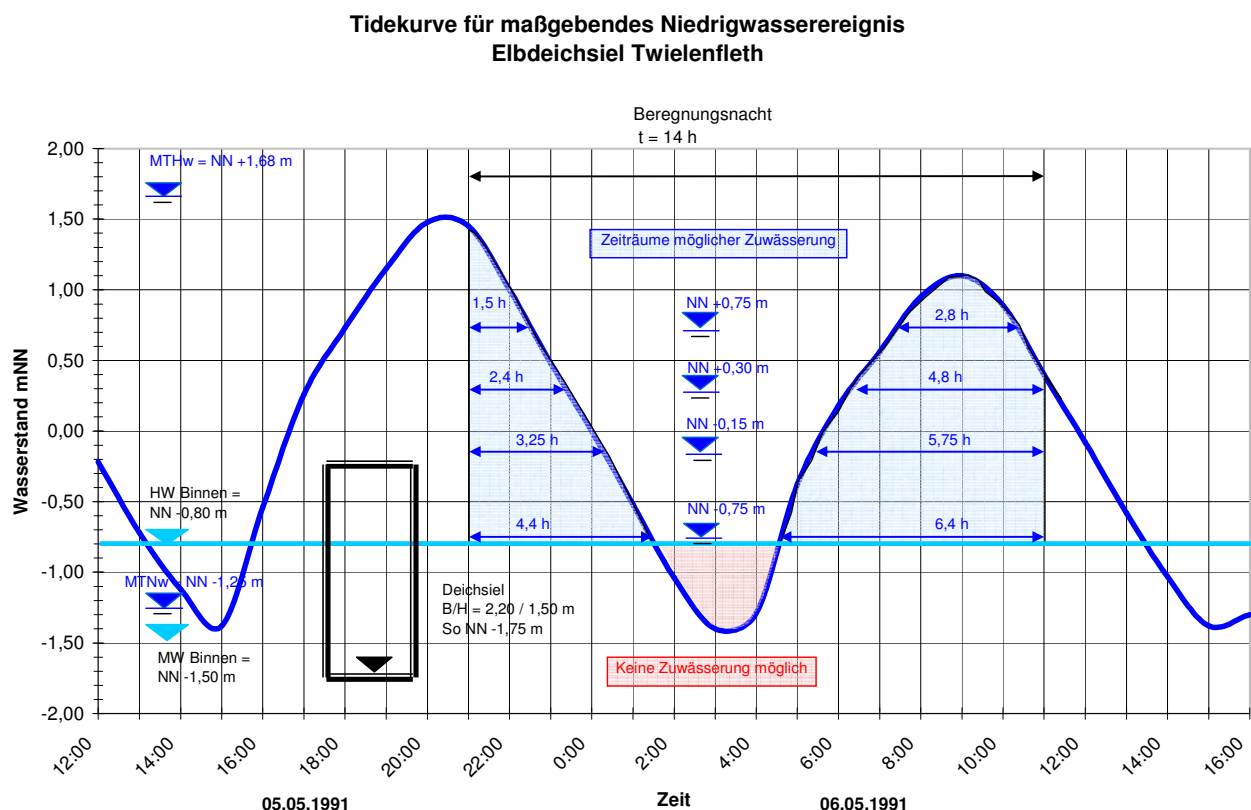


Abbildung 8: Tidekurve vom Mai 1991 (Pegel Stadersand), Elbdeichsiel Twielenfleth

Wie die Tidekurve zeigt, lagen sowohl die Hoch- als auch die Niedrigwasserstände während des Bemessungsereignisses jeweils deutlich unter den mittleren Tidewasserständen MTHw und MTNw. Während der 14-stündigen Berechnungsnacht standen etwa 10,8 Stunden Sielzugzeit für das Nachwässern über das Deichsiel zur Verfügung (blau hinterlegte Flächen). Innerhalb eines Zeitraums von rd. 3,2 h konnte dagegen kein Wasser zugeleitet werden.

Bei der Ermittlung der Abflussleistung des Deichsies sind die alternierenden Wasserspiegeldifferenzen von außen nach binnen zu berücksichtigen. Zur Bildung eines arithmetischen Mittelwertes wurden für vier bestimmte Außenwasserstände die betreffenden Abflussmengen ermittelt; der Mittelwert ging dann als mittlere Abflussleistung in die weiteren Betrachtungen ein (siehe [3]). Die Abflussleistung bei den verschiedenen Außenwasserständen ergibt sich wie folgt (Nebenrechnungen sind hier nicht aufgeführt):

≥ NN -0,75 m: Teilfüllung Deichsiel, Freispiegelabfluss, $\Delta h = 0,05$ m, $I = 0,9\text{‰}$, $k_{St} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$:
 $Q_{Siel} = 2,80 \text{ m}^3/\text{s}$, $v \sim 1,3 \text{ m/s}$

≥ NN -0,15 m: Vollfüllung Deichsiel, Bemessung als Düker mit äquivalentem Kreisquerschnitt,
 $d_{hy} = 1,78$ m, $\Delta h = 0,10$ m, $I = 1,8\text{‰}$, $k = 10$ mm (alte Betonkanäle):
 $Q_{Siel} = 3,52 \text{ m}^3/\text{s}$, $v \sim 1,4 \text{ m/s}$

≥ NN +0,30 m: Vollfüllung Deichsiel, Bemessung als Düker mit äquivalentem Kreisquerschnitt,
 $d_{hy} = 1,78$ m, $\Delta h = 0,55$ m, $I = 9,7\text{‰}$, $k = 10$ mm (alte Betonkanäle):
 $Q_{Siel} = 8,16 \text{ m}^3/\text{s}$, $v \sim 3,3 \text{ m/s}$

≥ NN +0,75 m: Vollfüllung Deichsiel, Bemessung als Düker mit äquivalentem Kreisquerschnitt,
 $d_{hy} = 1,78$ m, $\Delta h = 1,00$ m, $I = 17,7\text{‰}$, $k = 10$ mm (alte Betonkanäle):
 $Q_{Siel} = 11,03 \text{ m}^3/\text{s}$, $v \sim 4,4 \text{ m/s}$

(Hinweis: Im Rahmenentwurf sind die ermittelten Q-Werte etwas geringer)

Mittlere Abflussleistung bei uneingeschränkter Sielzugzeit:

Aus der Relation des Zeitverlaufes der gewählten Wasserspiegeldifferenzen (vgl. Tidekurve) und der dabei vorherrschenden Abflussleistung ergibt sich folgende mittlere Abflussleistung des Sieles:

≥ NN -0,75 m: $Q_{Siel} \geq 2,80 \text{ m}^3/\text{s}$, $t = 10,8 - 9,0 = 1,8 \text{ h}$

≥ NN -0,15 m: $Q_{Siel} \geq 3,52 \text{ m}^3/\text{s}$, $t = 9,0 - 7,2 = 1,8 \text{ h}$

≥ NN +0,30 m: $Q_{Siel} \geq 8,16 \text{ m}^3/\text{s}$, $t = 7,2 - 4,3 = 2,9 \text{ h}$

≥ NN +0,75 m: $Q_{Siel} \geq 11,03 \text{ m}^3/\text{s}$, $t = 4,3 \text{ h}$

$$Q_{m, FSB} = \left[\frac{2,8 + 3,52}{2} \times 1,8\text{h} + \frac{3,52 + 8,16}{2} \times 1,8\text{h} + \frac{8,16 + 11,03}{2} \times 2,9\text{h} + 11,03 \times 4,3\text{h} \right] / 10,8\text{h}$$

$$= 8,469 \text{ m}^3/\text{s} \quad \triangleq 100\%$$

Während der Berechnungsnacht kann somit, bei einer nutzbaren Sielzugzeit von rd. 10,8 Stunden, folgende Gesamtwassermenge zugeleitet werden:

$$V_{FSB} = 8,469 \times 10,8 \times 3.600 = 329.275 \text{ m}^3/\text{Nacht}$$

Über einen gesamten Tag beträgt die nutzbare Sielzugzeit in etwa $t = (24 \text{ h} - 2 \times 3,2 \text{ h}) = 17,6 \text{ h}$. Innerhalb dieses Zeitraums kann folgende Gesamtwassermenge zugeleitet werden:

$$V_{\text{Siel}} = 8,469 \times 17,6 \times 3.600 = \mathbf{536.600 \text{ m}^3/\text{d}}$$

Für alle übrigen Deichsiele wurden in den Rahmenentwürfen vergleichbare Berechnungen der Durchflussleistung durchgeführt. Die Berechnungsgänge wurden im Rahmen der vorliegenden Studie auf Plausibilität überprüft. Unregelmäßigkeiten wurden nicht festgestellt, so dass die angegebenen Mittelwerte übernommen wurden.

Mittlere Abflussleistung bei verkürzter Sielzugzeit – 2 h:

Gemäß Planungsvorgabe soll die verkürzte Sielzugzeit im Scheitelpunkt des Tideverlaufes wirken, wodurch der größte hydraulische Gradient und damit auch die größte Durchflussmenge aus der Mittelwertbildung herausfallen; die Abflussleistung reduziert sich. Auch die Gesamt-Sielzugzeit verkürzt sich entsprechend:

$$\geq \text{NN } -0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 2,80 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } -0,15 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 3,52 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } +0,30 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 8,16 \text{ m}^3/\text{s}, t = 2,9 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } +0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 11,03 \text{ m}^3/\text{s}, t = 4,3 - 2,0 = \mathbf{2,3 \text{ h}}$$

$$Q_{m, -2h} = \left[\frac{2,8 + 3,52}{2} \times 1,8h + \frac{3,52 + 8,16}{2} \times 1,8h + \frac{8,16 + 11,03}{2} \times 2,9h + 11,03 \times 2,3h \right] / 8,8h$$

$$= \mathbf{7,886 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \triangleq \mathbf{93,1\%}$$

Mittlere Abflussleistung bei verkürzter Sielzugzeit – 4 h:

$$\geq \text{NN } -0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 2,80 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } -0,15 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 3,52 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } +0,30 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 8,16 \text{ m}^3/\text{s}, t = 2,9 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } +0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 11,03 \text{ m}^3/\text{s}, t = 4,3 - 4,0 = \mathbf{0,3 \text{ h}}$$

$$Q_{m, -4h} = \left[\frac{2,8 + 3,52}{2} \times 1,8h + \frac{3,52 + 8,16}{2} \times 1,8h + \frac{8,16 + 11,03}{2} \times 2,9h + 11,03 \times 0,3h \right] / 6,8h$$

$$= \mathbf{6,961 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \triangleq \mathbf{82,2\%}$$

Mittlere Abflussleistung bei verkürzter Sielzugzeit – 6 h:

$$\geq \text{NN } -0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 2,80 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } -0,15 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 3,52 \text{ m}^3/\text{s}, t = 1,8 \text{ h} \quad (\text{wie vor})$$

$$\geq \text{NN } +0,30 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 8,16 \text{ m}^3/\text{s}, t = 2,9 - 1,7 = \mathbf{1,2 \text{ h}}$$

$$\geq \text{NN } +0,75 \text{ m: } Q_{\text{Siel}} \geq 11,03 \text{ m}^3/\text{s}, t = 4,3 - 4,3 = \mathbf{0,0 \text{ h}}$$

$$Q_{m, -6h} = \left[\frac{2,8 + 3,52}{2} \times 1,8h + \frac{3,52 + 8,16}{2} \times 1,8h + \frac{8,16 + 11,03}{2} \times 1,2h + 11,03 \times 0,0h \right] / 4,8h$$

$$= \mathbf{5,774 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \triangleq \mathbf{68,2\%}$$

Bei der Betrachtung der reduzierten Sielzugzeiten im Anhang B-1 wurden die aus den Rahmenentwürfen übernommenen, mittleren Abflusswerte auch bei den anderen Deichsielen entsprechend der vorstehenden, exemplarischen Berechnung prozentual herabgesetzt. Diese Abstraktion spiegelt die tatsächlichen Abflussverhältnisse zwar nicht originalgetreu wider; aufgrund ähnlicher Höhenverhältnisse, desselben zugrunde liegenden Bemessungsereignisses sowie der ohnehin bei den Berechnungen getroffenen Annahmen und Vereinfachungen werden die Größenordnungen der Durchflussreduzierung jedoch als übertragbar bewertet.

5.3.4 Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit vom Salzgehalt

Bis dato erfolgte die Zuwässerung in die Obstanbaugebiete ausschließlich durch manuelle Bedienung der binnen liegenden Schützenanlagen an den Deichsielen. Eine Berücksichtigung der aktuellen Salzgehalte an den Einlassbauwerken erfolgte dabei nicht; vielmehr spielten ausschließlich hydrologische Faktoren wie die Außenwasserstände und der erforderliche Durchfluss für die Frostsutzberegnung eine Rolle. In den vergangenen Jahrzehnten haben sich aufgrund der getätigten, vielfältigen Erfahrungen geeignete Methoden und Handlungsanweisungen für die Bedienung der Verschlussorgane ergeben, die von den zuständigen Sielwätern umgesetzt werden.

Um in Zukunft genau feststellen zu können, ob ein Zuwässerungsvorgang aufgrund erhöhter Salzgehalte des Elbwassers zeitweilig unterbrochen werden muss, ist als Grundvoraussetzung eine entsprechende Messvorrichtung unmittelbar am jeweiligen Sielbauwerk erforderlich.

An verschiedenen Elbdeichsielen sind solche Messvorrichtungen für die Leitfähigkeit – welche mit dem Salzgehalt direkt korreliert – bereits installiert, so zum Beispiel an den Elbdeichsielen Twielenfleth und Wetterndorf (Vergleichsmessstellen, keine ständige Datenübertragung).

Mit der Messvorrichtung als Grundausstattung bieten sich optional mehrere Ausstattungsvarianten an:

- Rein manuelle Datenablesung und Steuerung des Verschlusselementes
- Datenfernübertragung auf PC oder Warnmeldung per SMS auf das Mobiltelefon des Sielwärters, mit anschließender manueller Steuerung des Verschlusselementes
- Automatische Steuerung des Verschlusselementes in Abhängigkeit vom Salzgehalt

Dieser Aufstellung folgend, wäre die einfachste Ausstattungsvariante die direkte Datenablesung am Messgerät. Basierend auf den Ableseergebnissen trifft der Sielwärter dann seine Entscheidung über das Öffnen und Schließen der Schützenanlage. Der Bedienvorgang erfolgt wie bisher auch in manueller Form, bzw. als manueller Impuls mit technischer Unterstützung (motorbetriebener Verschluss). Nachteil dieses Systems ist die Tatsache, dass während der Zuwässerung kontinuierlich abgelesen werden muss.

Diesem Nachteil kann mithilfe der Datenfernübertragung, beispielsweise auf das Mobiltelefon des Sielwärters, begegnet werden. Wird der Grenzwert überschritten, setzt das System automatisch eine entsprechende Meldung ab, so dass unverzüglich reagiert und die Zuwässerung unterbrochen werden kann. In Kehdingen werden solche Datenfernübertragungen bereits vereinzelt praktiziert. Das System hat sich als technisch zuverlässig und gut handhabbar herausgestellt, so dass die generelle Ausstattung der Zuwässerungssiele mit solchen Systemen empfohlen wird; in den nachstehenden Maßnahmenkatalogen wurden die entstehenden Kosten bereits jeweils mit eingestellt.

Optimal wäre allerdings eine vollständige Automatisierung der Verschlusselemente durch Verknüpfung von Wasserstandsdaten, des Salzgehaltes und des jeweiligen Wasserbedarfs. Dadurch ließe sich die Ausnutzung der Zuwässerungsmöglichkeiten sowohl in Quantität als auch in Qualität gegenüber der heutigen Situation deutlich verbessern. Neben einer Messvorrichtung für den Salzgehalt erfordert eine solche Automatisierung ein steuer- und regelbares, motorbetriebenes Verschlusselement sowie eine entsprechende SPS-Steuerung, in der die Daten zusammenfließen und ausgewertet werden. Letztere sollte zudem mit der Steuerung des Entwässerungsschöpfwerkes verknüpft werden, um die Wasserstände konstant halten zu können. Insgesamt ist diese Ausstattungsvariante sicher wünschenswert, allerdings ist sie auch mit einem hohen Investitions- und Unterhaltungsaufwand verbunden. Berücksichtigt man weiterhin, dass die Automatisierung überhaupt nur relativ selten zur Anwendung kommt, wird diese Maßnahme bis auf weiteres nicht weiterverfolgt.

5.4 Ergebnisse – Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung

Die Berechnungen zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der vorhandenen Elbdeichsiele bei zeitgestaffelter Einschränkung der Sielzugzeit sind im Anhang B-1 in Tabellenform wiedergegeben. In zwei separaten Tabellen wurden sowohl die heutigen Wasserbedarfe als auch die zukünftig erforderlichen Durchflussmengen (erweiterte Beregnungsflächen laut Rahmenentwurf) untersucht.

Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse näher erläutert, wobei sich die Analysen ausschließlich auf die zukünftige Situation bei erhöhtem Wasserbedarf gemäß Rahmenentwurf beziehen. Die betreffende Tabelle ist auf einer der Folgeseiten verkleinert und verkürzt abgebildet. Verzichtet wird dagegen auf eine nähere Beschreibung der heutigen Verhältnisse, weil derzeit noch keine besonderen Probleme bei der Zuwässerung bestehen.

Zunächst werden bereits bestehende Defizite bei uneingeschränkter Sielzugzeit als Nullvariante dargestellt, und daran anschließend werden die nachteiligen Entwicklungen bei zeitgestaffelter Einschränkung der Sielzugzeit erläutert. Eingegangen wird in der Defizitanalyse jeweils nur auf diejenigen Sielbauwerke, bei denen sich ein Fehlbetrag bei der Zuwässerung gezeigt hat (vgl. Spalte 9).

Weiterhin werden die notwendigen Kompensationsmaßnahmen - meist in Form neuer Beregnungsteiche - zusammenfassend dargestellt und mit Schätzkosten belegt. Die genaue Ausgestaltung der Maßnahmen bleibt dagegen weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

Unabhängig von den Einzelergebnissen wäre aus Vorsorgegründen eine einheitliche Regelung der spezifischen Speicherkapazität für alle Unterverbände des UHV Altes Land wünschenswert. Vorteil dieser

Regelung wäre, dass kleinteilige Regelungen vermieden und das Alte Land insgesamt deutlich unabhängiger von der Zuwässerung aus der Elbe würde. Bei einer durchschnittlichen Betriebsgröße von rd. 20 ha würde eine einheitliche Anpassung auf beispielsweise $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ einem Speichervolumen von $V_S = 8.000 \text{ m}^3$ entsprechen, was bei einem 3 m tiefen Beregnungsteich bereits auf einer Grundfläche von $A = 65 \text{ m} \times 53 \text{ m} = 3.445 \text{ m}^2 = 0,34 \text{ ha}$ bzw. rd. 1,8% der Anbaufläche bereitgestellt werden könnte. Identische Vorgaben werden in der 3. Meile (hamburgischer Teil des Alten Landes) bereits seit einigen Jahren umgesetzt.

5.4.1 Nullvariante – Keine Reduzierung der Sielzugzeit

5.4.1.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-1.2 bzw. Abbildung 9 (Zeile ohne farbige Unterlegung) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Deichsiel Bassenfleth:

Es ergibt sich ein geringes, rechnerisches Volumendefizit von $\Delta Q = 18.000 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 90 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, ist das Defizit ausgeglichen.

- Deichsiel Twielenfleth:

Es ergibt sich ein geringes, rechnerisches Volumendefizit von $\Delta Q = 32.900 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von lediglich $V_S = 32 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, ist das Defizit ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Neuhoof:

Bereits bei uneingeschränkter Sielzugzeit ergibt sich ein erhebliches Volumendefizit von $\Delta Q = 220.160 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 344 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 10 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Faktisch treten solche immensen Fließgeschwindigkeiten jedoch nicht auf, da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung deutlich geringer ist und sie auch nicht künstlich gesteigert werden kann. Allerdings sind die Fließgeschwindigkeiten mit $v = Q/A = 1,92 / 0,48 = 4,0 \text{ m/s}$ bereits im Ist-Zustand beträchtlich. Strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht auszuschließen, weshalb eine regelmäßige Bauwerkskontrolle erfolgen sollte.

Die beschriebenen Defizite werden in der Praxis durch eine Zuwässerung über das Elbdeichsiel Wetterndorf und die Steinkirchener Neuwettern zumindest anteilig wieder ausgeglichen.

Defizitanalyse - Zeitgestaffelte Verkürzung der Sielzugzeit für die Zuwässerung

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Berechnungsf. A _{Ber.}	Spez. Wasserbedarf q _{Ber.}		Ber.menge Q _{Ber.}	Sielzugzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Siel}	vorh. Abfluss vorh. Q _{Siel} (i.M.)		Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _s
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[2]x[3]x[4]	[6]	[7]=[5]/ [6]	[8]		[9]	[10]=([8]-[7])x[6]	[11]=[10]/ [2]
1 Schwinge-Deichsiel Symphonie SV Wöhrden	121 ha	40 m³/haxh	14 h/d	67.760 m³/d	19 h/d	0,991 m³/s	3,820 m³/s	100%	nein	0 m³	0 m³/ha
					17 h/d	1,107 m³/s	3,556 m³/s	93%	nein	0 m³	0 m³/ha
					15 h/d	1,255 m³/s	3,140 m³/s	82%	nein	0 m³	0 m³/ha
					13 h/d	1,448 m³/s	2,605 m³/s	68%	nein	0 m³	0 m³/ha
2 Elbdeichsiel Bassenfleth (S8) Bassenflether SV	199 ha	40 m³/haxh	14 h/d	111.440 m³/d	11,8 h/d	2,623 m³/s	2,200 m³/s	100%	ja	-17.984 m³	90 m³/ha
					9,8 h/d	3,159 m³/s	2,048 m³/s	93%	ja	-39.180 m³	197 m³/ha
					7,8 h/d	3,969 m³/s	1,808 m³/s	82%	ja	-60.660 m³	305 m³/ha
					5,8 h/d	5,337 m³/s	1,500 m³/s	68%	ja	-80.112 m³	403 m³/ha
3 Elbdeichsiel Twielenfleth (S9) Twielenflether SV Hollerner Binnen-SV WaBoV Agathenburger Moor Hollerner Moor-SV	1.017 ha	40 m³/haxh	14 h/d	569.520 m³/d	17,6 h/d	8,989 m³/s	8,469 m³/s	100%	ja	-32.924 m³	32 m³/ha
	137 ha				15,6 h/d	10,141 m³/s	7,885 m³/s	93%	ja	-126.719 m³	125 m³/ha
	704 ha				13,6 h/d	11,632 m³/s	6,962 m³/s	82%	ja	-228.684 m³	225 m³/ha
	86 ha 90 ha				11,6 h/d	13,638 m³/s	5,776 m³/s	68%	ja	-328.320 m³	323 m³/ha
4 Elbdeichsiel Wetterndorf (S10) Wetterndorfer SV Guderhandvierteler Vor-SV Hornburg-Dollerner-Moor-SV	1.320 ha	40 m³/haxh	14 h/d	739.200 m³/d	18 h/d	11,407 m³/s	16,540 m³/s	100%	nein	0 m³	0 m³/ha
	680 ha				16 h/d	12,833 m³/s	15,399 m³/s	93%	nein	0 m³	0 m³/ha
	600 ha				14 h/d	14,667 m³/s	13,596 m³/s	82%	ja	-53.968 m³	41 m³/ha
	40 ha				12 h/d	17,111 m³/s	11,280 m³/s	68%	ja	-251.892 m³	191 m³/ha
5 Lühe-Deichsiel NeuhoF Guderhandvierteler Vor-SV Hornburg-Dollerner-Moor-SV	640 ha	40 m³/haxh	14 h/d	358.400 m³/d	20 h/d	4,978 m³/s	1,920 m³/s	100%	ja	-220.160 m³	344 m³/ha
	600 ha				18 h/d	5,531 m³/s	1,788 m³/s	93%	ja	-242.569 m³	379 m³/ha
	40 ha				16 h/d	6,222 m³/s	1,578 m³/s	82%	ja	-267.493 m³	418 m³/ha
					14 h/d	7,111 m³/s	1,309 m³/s	68%	ja	-292.404 m³	457 m³/ha
6 Lühe-Deichsiel Grünendeich Sassen-SV Grünendeich	50 ha	40 m³/haxh	14 h/d	28.000 m³/d	18 h/d	0,432 m³/s	1,000 m³/s	100%	nein	0 m³	0 m³/ha
					16 h/d	0,486 m³/s	0,931 m³/s	93%	nein	0 m³	0 m³/ha
					14 h/d	0,556 m³/s	0,822 m³/s	82%	nein	0 m³	0 m³/ha
					12 h/d	0,648 m³/s	0,682 m³/s	68%	nein	0 m³	0 m³/ha

= Reduzierung um 2 h
 = Reduzierung um 4 h
 = Reduzierung um 6 h

%-uale Reduzierung
der Abflussleistung

V_s > gef. V_s

Abbildung 9: Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – 1. Meile (vgl. Anhang B-1)

5.4.1.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der bestehenden Defizite bei uneingeschränkter Wasserentnahme wären erforderlich:

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf $V_S = 350 \text{ m}^3/\text{ha}$ im Zuwässerungsgebiet des Lühe-Deichsiels Neuhof (Guderhandvierteler Vor-SV und Horneburg-Dollerner-Moor-SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 168.000 \text{ m}^3$ Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **21 neuen Beregnungsteichen** (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha) oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit vergleichbar großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtung Salinität				1	25.000,00 €	25.000,00 €
5 Lühe-Deichsiel Neuhof Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	224.000 m ³	56.256 m ³	167.744 m ³	21	100.000,00 €	2.100.000,00 €
	210.000 m ³	56.256 m ³	153.744 m ³	19	100.000,00 €	1.900.000,00 €
	14.000 m ³	0 m ³	14.000 m ³	2	100.000,00 €	200.000,00 €
Gesamtsumme						2.125.000,00 €

Tabelle 7: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Nullvariante, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung, vornehmlich in Form neuer Beregnungsteiche, ohne Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe ergeben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 2,1 Mio. €.

5.4.2 Reduzierung der Sielzugzeit um 2 Stunden

5.4.2.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-1.2 bzw. Abbildung 9 (grün unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Deichsiel Bassenfleth:

Das Volumendefizit, welches sich bereits bei uneingeschränkter Sielzugzeit andeutet, hat sich mehr als verdoppelt und beträgt nunmehr $\Delta Q = 39.180 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 197 \approx 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind nur leicht erhöht, strömungsbedingte Schäden sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Twielenfleth:

Das Volumendefizit, welches sich bereits bei uneingeschränkter Sielzugzeit andeutet, hat sich in etwa vervierfacht und beträgt nunmehr $\Delta Q = 126.700 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 125 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Neuhoof:

Rechnerisch ergibt sich ein erhebliches Volumendefizit von $\Delta Q = 242.600 \text{ m}^3$; welches in ähnlicher Größenordnung auch schon bei uneingeschränkter Sielzugzeit besteht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 379 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 10 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Faktisch treten solche immensen Fließgeschwindigkeiten jedoch nicht auf, da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung deutlich geringer ist und sie auch nicht künstlich gesteigert werden kann. Allerdings sind die Fließgeschwindigkeiten mit $v = Q/A = 1,92 / 0,48 = 4,0 \text{ m/s}$ bereits im Ist-Zustand beträchtlich. Strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht auszuschließen, weshalb eine regelmäßige Bauwerkskontrolle erfolgen sollte.

Die beschriebenen Defizite werden in der Praxis durch eine Zuwässerung über das Elbdeichsiel Wetterndorf und die Steinkirchener Neuwettern zumindest anteilig wieder ausgeglichen.

5.4.2.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 2-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 4.1 – Maßnahmenplanung 1. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Zuwässerungsgebiet des Lühe-Deichsiels Neuhoof (Guderhandvierteler Vor-SV und Horneburg-Dollerner-Moor-SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 200.000 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **25 neuen Beregnungsteichen** (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha) oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit vergleichbar großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.

- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Berechnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtung Salinität				1	25.000,00 €	25.000,00 €
5 Lühe-Deichsiel NeuhoF Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	256.000 m ³	56.256 m ³	199.744 m ³	25	100.000,00 €	2.500.000,00 €
	240.000 m ³	56.256 m ³	183.744 m ³	23	100.000,00 €	2.300.000,00 €
	16.000 m ³	0 m ³	16.000 m ³	2	100.000,00 €	200.000,00 €
Gesamtsumme						2.525.000,00 €

Tabelle 8: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 2-h-Reduzierung, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung, vornehmlich in Form neuer Berechnungsteiche, während einer 2-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe ergeben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 2,5 Mio. €.

5.4.3 Reduzierung der Sielzugzeit um 4 Stunden

5.4.3.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-1.2 bzw. Abbildung 9 (gelb unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Deichsiel Bassenfleth:

Das Volumendefizit erhöht sich um rd. 21.500 m³ auf nunmehr $\Delta Q = 60.660 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 305 \approx 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, wird das Defizit als gerade noch ausgeglichen bewertet.

Die Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind nur leicht erhöht, strömungsbedingte Schäden sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Twielenfleth:

Das Volumendefizit erhöht sich deutlich um rd. 102.000 m³ auf nunmehr $\Delta Q = 228.700 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 225 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Wetterndorf:

Rechnerisch ergibt sich erstmals ein geringes Volumendefizit von rd. $\Delta Q = 54.000 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von lediglich $V_S = 40 \text{ m}^3/\text{ha}$ notwendig. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind nur leicht erhöht, strömungsbedingte Schäden sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Neuhof:

Das errechnete Volumendefizit erhöht sich nochmals um rd. 25.000 m^3 auf nunmehr $\Delta Q = 267.500 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 418 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich; empfohlen wird eine Anpassung auf $V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

In Anbetracht der errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf ist, wie unter 5.4.2 erläutert, eine regelmäßige Bauwerkskontrolle zu empfehlen.

5.4.3.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 4-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 4.1 – Maßnahmenplanung 1. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Zuwässerungsgebiet des Lühe-Deichsiels Neuhof (Guderhandvierteler Vor-SV und Horneburg-Dollerner-Moor-SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 212.500 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **26 neuen Beregnungsteichen** (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtung Salinität				1	25.000,00 €	25.000,00 €
5 Lühe-Deichsiel Neuhof Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	268.800 m ³	56.256 m ³	212.544 m ³	26	105.000,00 €	2.730.000,00 €
	252.000 m ³	56.256 m ³	195.744 m ³	24	105.000,00 €	2.520.000,00 €
	16.800 m ³	0 m ³	16.800 m ³	2	105.000,00 €	210.000,00 €
Gesamtsumme						2.755.000,00 €

Tabelle 9: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 4-h-Reduzierung, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung, vornehmlich in Form neuer Beregnungsteiche, während einer 4-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe ergeben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 2,8 Mio. €.

5.4.4 Reduzierung der Sielzugzeit um 6 Stunden

5.4.4.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-1.2 bzw. Abbildung 9 (orange unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Deichsiel Bassenfleth:

Das Volumendefizit erhöht sich nochmals um rd. 19.500 m³ auf nunmehr $\Delta Q = 80.100 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 403 \approx 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach nicht mehr aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Twielenfleth:

Das Volumendefizit erhöht sich nochmals deutlich um rd. 100.000 m³ auf $\Delta Q = 328.300 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 323 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich; empfohlen wird eine Anpassung auf $V_S = 330 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach nicht mehr aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 4 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Wetterndorf:

Das Volumendefizit, welches bereits bei einer um 4 h verkürzten Sielzugzeit aufgetreten ist, hat sich in etwa verfünffacht und beträgt nunmehr $\Delta Q = 251.900 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 191 \text{ m}^3/\text{ha}$ notwendig. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Neuhof:

Das errechnete Volumendefizit erhöht sich nochmals um rd. 25.000 m³ auf nunmehr $\Delta Q = 292.400 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 457 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich; empfohlen wird eine Anpassung auf $V_S = 460 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

In Anbetracht der errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf ist, wie unter 5.4.2 erläutert, eine regelmäßige Bauwerkskontrolle zu empfehlen.

Die beschriebenen Defizite werden in der Praxis durch eine Zuwässerung über das Elbdeichsiel Wetterndorf und die Steinkirchener Neuwettern zumindest anteilig wieder ausgeglichen.

5.4.4.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 6-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 4.1 – Maßnahmenplanung 1. Meile):

Bewässerungseinheit Deichsiel Bassenfleth:

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Zuwässerungsgebiet des Elbdeichsiels Bassenfleth (Bassenflether SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 53.500 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **7 neuen Beregnungsteichen** im Bassenflether SV (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks Bassenfleth mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.

Bewässerungseinheit Deichsiel Twielenfleth:

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 330 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Zuwässerungsgebiet des Elbdeichsiels Twielenfleth (Twielenflether SV, Hollerner Binnen-SV, WaBoV Agathenburger Moor und Hollerner Moor-SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 205.800 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Herstellung von rd. **26 neuen Beregnungsteichen** in den genannten Verbandsgebieten (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks Twielenfleth mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.

Bewässerungseinheit Lühe-Deichsiel Neuhof:

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 460 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Zuwässerungsgebiet des Lühe-Deichsiels Neuhof (Guderhandvierteler Vor-SV und Horneburg-Dollerner-Moor-SV), entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 238.100 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.

- Herstellung von rd. **30 neuen Berechnungsteichen** in den genannten Verbandsgebieten (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung des Sielbauwerks Neuhoof mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V _S	Berechnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtungen Salinität				3	25.000,00 €	75.000,00 €
2 Elbdeichsiel Bassenfleth (S8) Bassenflether SV	79.600 m³	26.085 m³	53.515 m³	7	100.000,00 €	700.000,00 €
3 Elbdeichsiel Twielenfleth (S9) Twielenflether SV Hollerner Binnen-SV WaBoV Agathenburger Moor Hollerner Moor-SV	335.610 m³ 45.210 m³ 232.320 m³ 28.380 m³ 29.700 m³	129.784 m³ 14.868 m³ 103.884 m³ 11.032 m³ 0 m³	205.826 m³ 30.342 m³ 128.436 m³ 17.348 m³ 29.700 m³	26 4 16 2 4	82.500,00 € 82.500,00 € 82.500,00 € 82.500,00 € 82.500,00 €	2.145.000,00 € 330.000,00 € 1.320.000,00 € 165.000,00 € 330.000,00 €
5 Lühe-Deichsiel Neuhoof Guderhandvierteler Vor-SV Hornburg-Dollerner-Moor-SV	294.400 m³ 276.000 m³ 18.400 m³	56.256 m³ 56.256 m³ 0 m³	238.144 m³ 219.744 m³ 18.400 m³	30 27 3	115.000,00 € 115.000,00 € 115.000,00 €	3.450.000,00 € 3.105.000,00 € 345.000,00 €
Gesamtsumme						6.370.000,00 €

Tabelle 10: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 6-h-Reduzierung, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung, vornehmlich in Form neuer Berechnungsteiche, während einer 6-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe ergeben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 6,4 Mio. €.

5.4.5 Wassertransport in den Hauptgewässern

Was den weiteren Wassertransport über die Hauptwettern und Gräben angeht, wird wiederum auf die Rahmenentwürfe zur Frostschtzberechnung verwiesen. Darin wurden für jedes Verbandsgebiet hydraulische Nachweise der Abflussleistung und des erforderlichen Wasserspiegelliniengefälles der jeweiligen Hauptgewässer erbracht.

Ausgegangen wurde dabei nicht von der benötigten Durchflussmenge für die Berechnung – die sich unter der Annahme einer reduzierten Sielzugzeit vergrößert – sondern von der vorhandenen, maximalen Abflussleistung des jeweiligen Deichsiels. Wie bereits erläutert, ergibt sich diese rein physikalisch aus den jeweiligen Wasserstandsverhältnissen während des „kritischen“ Tideverlaufes und dem Sielquerschnitt. Folglich lässt sich diese Abflussleistung nicht künstlich steigern; laut Aufgabenstellung nimmt sie bei verkürzten Sielzugzeiten sogar ab (vgl. Anhang B-1, Spalte 8).

Insofern tritt gegenüber den damaligen Ausgangsdaten keine Veränderung des maßgebenden Gewäsertdurchflusses ein. Selbst wenn die benötigte Durchflussmenge bei reduzierten Sielzugzeiten deutlich größer ist als die maximale Abflussleistung des Deichsiels, kann nicht mehr als eben diese Abflussleis-

tung an das Gewässer weitergegeben werden. Aufgrund dieses Sachverhalts muss der hydraulische Nachweis des weiteren Wassertransports für veränderte Sielzugzeiten nicht erneut geführt werden.

Nach den durchgeführten, hydraulischen Gewässernachweisen aus den Rahmenentwürfen sind die Hauptgewässer ganz überwiegend in der Lage, die verfügbaren Wassermengen schadlos in die Beregnungsfläche hinein zu transportieren und sie dort zu verteilen.

Lediglich für die Hollerner Binnenwettern wurde eine Verbreiterung in Teilabschnitten gefordert, die bislang noch nicht umgesetzt wurde (vgl. [3]). Dieser Gewässerausbau wird mittelfristig unerlässlich sein, möchte man die Versorgungssicherheit nicht gefährden.

Sobald die genaue Lage der neu geplanten Beregnungsteiche und damit die Verteilung der Durchflussmengen bekannt ist, sollte das Gewässersystem der einzelnen Unterverbände hydraulisch noch einmal auf die genauen Durchflussmengen nachgewiesen bzw. bemessen werden. Diese Untersuchung bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

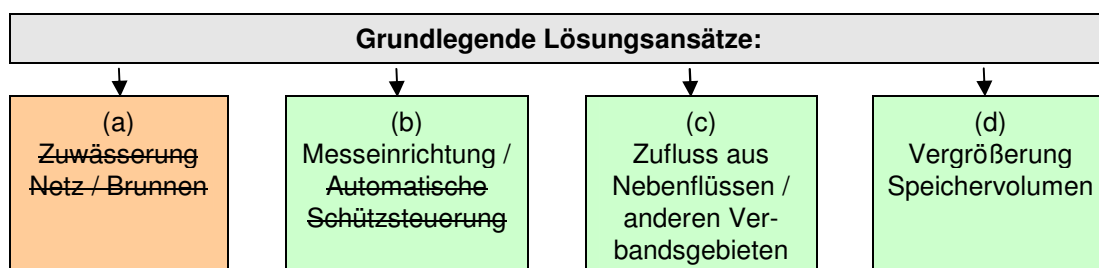
5.5 Ergebnisse – Worst-Case-Szenario ohne Zuwässerung aus der Elbe

5.5.1 Bewertung grundlegender Lösungsansätze

Bei den nachfolgenden Worst-Case-Betrachtungen wird unterstellt, dass die Wasserentnahme aus der Elbe aufgrund zu hoher Salzgehalte vollständig zum Erliegen kommt. Ein solches Szenario ist denkbar unwahrscheinlich, dennoch sollen planerische Lösungsmöglichkeiten auch hierfür gefunden werden.

In Anlehnung an die unter Kapitel 3 genannten, grundlegenden Lösungsansätze werden zunächst die Möglichkeiten zur alternativen Wasserbereitstellung in der 1. Meile Alten Landes kurz bewertet. Daran anschließend wird die geeignete Maßnahmenkombination näher erläutert und dargestellt.

Zusammenfassend ergibt sich die Einschätzung und Bewertung wie folgt:



Angesichts der immensen Wasserbedarfe stellt die Zuwässerung über das kommunale Wasserversorgungsnetz oder durch eigene Versorgungsbrunnen keine ernsthafte Alternative dar (Alternative a). Im Vergleich beträgt die jährliche Abgabemenge des Trinkwasserverbandes Stader Land insgesamt rd. 7,3 Mio. m³/a (veröffentlicht im Internet unter www.twv-staderland.de); unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen wird bei der Frostschutzberechnung demnach in einer Nacht etwa ein Fünftel der Jahrestrinkwassermenge des ganzen Landkreises (ohne die Städte Buxtehude und Stade) verbraucht. Einen solchen Bedarf kann das öffentliche Wasserversorgungsnetz in so kurzer Zeit nicht ansatzweise decken.

Setzt man voraus, dass eine Wasserentnahme aus der Elbe unmöglich ist, muss das Potenzial der Nebenflüsse Schwinge und Lühe optimal genutzt werden. Zusätzliche Entnahmepunkte aus diesen beiden Flüssen könnten prinzipiell zu einer Verbesserung der Zuwässerung in Quantität und insbesondere Qualität beitragen (Alternative c). Allerdings stellt die Zuwässerung aus den Nebenflüssen Schwinge und Lühe keine alleinige Lösung des Problems dar, wie die weiterführenden Betrachtungen zeigen werden. Beide Flüsse führen aus ihrem Einzugsgebiet nicht genügend Wasser ab, um den Gesamtbedarf zu decken. Zudem muss berücksichtigt werden, dass sowohl aus hydrologischen als auch aus ökologischen Gründen nicht der gesamte Abfluss der Nebenflüsse für die Frostschutzberechnung umgeleitet werden kann. Gleichwohl stellen die Nebenflüsse die einzige Möglichkeit dar, den Obstanbaugebieten Wasser in optimaler (Süß-) Wasserqualität zuzuführen, so dass dieser Ansatz in modifizierter Form zweifelsohne in die weiterführenden Überlegungen eingehen muss.

Mit der Wasserentnahme aus den Nebenflüssen Schwinge und Lühe geht automatisch die Zuwässerung aus den südlich anliegenden Verbandsgebieten einher. Faktisch würde dort anfallendes Oberflächenwasser bei einer Wasserentnahme aus den Nebenflüssen mitgenutzt werden, da die südlichen Verbände die genannten Nebenflüsse Schwinge und Lühe als ihre Hauptvorfluter nutzen. Überschüssiges Oberflächenwasser wird hier in die Nebenflüsse abgeleitet und käme damit indirekt der Frostschutzberechnung in der 1. Meile zugute (Alternative c).

Da die Entnahmepunkte, d.h. die vorhandenen Sielbauwerke der 1. Meile, etwa auf Höhe bzw. leicht oberhalb der mittleren Brackwassergrenze liegen, wäre durch eine zielgerichtete Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit von den Salzgehalten der Elbe eine Optimierung der Wasserversorgung möglich. Da die Nebenflüsse nicht genug Wasser führen, können die benötigten Wassermengen für die Frostschutzberegnung allein über die Elbe in kürzester Zeit zugeleitet werden. Folglich sollte auch bei diesem Szenario die Wasserentnahme aus der Elbe nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Um der Aufgabenstellung dennoch ausreichend Rechnung zu tragen, wird der Entnahmezeitpunkt planerisch vom Beregnungszeitpunkt entkoppelt, d.h. die Zuwässerung während der Frostschutzberegnung wird ausgeschlossen. Die Speisung der Beregnungsteiche könnte allerdings sehr frühzeitig zu einem Zeitpunkt erfolgen, wenn die Qualität des Elbwassers hierfür geeignet ist. Um die Salinität feststellen zu können, ist als technische Voraussetzung an allen Zulaufbauwerken eine entsprechende Messeinrichtung zu fordern (Alternative b).

Wesentliches Element einer alternativen Wasserbereitstellung in der 1. Meile Alten Landes dürfte demnach die Vergrößerung der Speicherräume sein (Alternative d). Dieser Lösungsansatz ist insbesondere für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte alternativlos, wenn noch kein Rückfluss in die offenen Gewässersysteme eingesetzt hat und die Speicherräume nicht ausreichend wieder gefüllt werden können. Reicht das Speichervolumen von vornherein für zwei Nächte aus, bleibt man unabhängig von einer Zuwässerung aus der Elbe, und auch längere Zeiträume mit erhöhten Salzgehalten können problemlos überbrückt werden. Durch eine rechtzeitige, kontinuierliche Befüllung der vergrößerten, dezentral oder auch zentral angeordneten Speicherräume mit qualitativ geeignetem Wasser ist die Wasserversorgung des Obstanbaugebietes sichergestellt. Andere Lösungsansätze können diese Versorgungssicherheit offensichtlich nicht bieten.

5.5.2 Beschreibung der gewählten Maßnahmenkombination

Da nicht einer der vorgenannten Ansätze allein für die Lösung des Gesamtproblems in Frage kommt, muss eine geeignete Kombination aus verschiedenen Maßnahmen gefunden werden, die eine realisierbare Alternative zur bisherigen Wasserbereitstellung aus der Elbe darstellt. Empfohlen wird eine Kombination aus den Einzelmaßnahmen

- Messeinrichtung an den Sielbauwerken,
- Wasserentnahme aus den Nebenflüssen und
- Vergrößerung des Speichervolumens.

Zur Wasserentnahme stehen derzeit nur die Elbe und die Nebenflüsse im tidebeeinflussten Bereich zur Verfügung. Da für die Zukunft Bedenken in Hinblick auf die qualitative Nutzbarkeit des Elbwassers bestehen, sollte die Befüllung der vergrößerten Speicherräume idealer Weise aus dem nicht bzw. nur bedingt tidebeeinflussten Oberlauf der Nebenflüsse erfolgen. Dazu müssen neue Entnahmestellen eingerichtet und neue Gewässer hergestellt werden, die das qualitativ geeignete Süßwasser aus den Oberläufen von Schwinge und Lühe in das Obstanbaugebiet hinein transportieren. Bei der Wasserverteilung stellt die Autobahntrasse der A 26 ein Hindernis dar, welches bei der Planung der Gewässertrassen berücksichtigt werden muss.

Die neuen Transportgewässer müssen hydraulisch ausreichend dimensioniert werden, damit sich bei den vorherrschenden topografischen Verhältnissen – mit weitgehend fehlendem Sohlgefälle – ein ausreichend großes Wasserspiegelliniengefälle einstellen kann, ohne dass es zu Ausuferungen kommt bzw. die Durchflussleistung zu gering ist. Allerdings ist das Wasserdargebot der Nebenflüsse begrenzt, wie die hydraulischen Berechnungen unter Kapitel 5.5.3 zeigen werden. Sofern mit der Wasserzufüh-

rung rechtzeitig mehrere Tage oder Wochen vor Beregnungsbeginn begonnen wird, reicht das Wasserdargebot zur einmaligen Befüllung der Speicherräume allemal aus. Allerdings könnte der Wasserbedarf einer Beregnungsnacht am Folgetag per Zulauf aus den Nebenflüssen nicht annähernd ersetzt werden.

Für die zweite aufeinanderfolgende Beregnungsnacht muss daher ein ausreichend großes Speichervolumen vorgehalten werden, damit es nicht zu Defiziten bei der Versorgung kommt. Geplant ist der Bau neuer bzw. die Erweiterung vorhandener dezentraler Beregnungsteiche, die der jeweilige Eigentümer privat betreibt und unterhält. Bemessen wird das benötigte Wasservolumen für eine Beregnung über zwei Nächte, d.h. über $2 \times 14 = 28$ Stunden. Auf diese Bemessungsgröße hin ist das erforderliche Speichervolumen je nach Betriebsgröße zu ermitteln. Für die dritte Beregnungsnacht kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass ein Großteil des verregneten Wassers durch den Rücklauf aus den Entwässerungssystemen wieder zur Verfügung steht, so dass kein zusätzliches Wasser von außen zugeführt werden muss.

Da das ermittelte Speichervolumen unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen so groß ist, dass es aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht ausschließlich dezentral, d.h. innerhalb der Obstanbaubetriebe, bereitgestellt werden kann, wurde ergänzend zu den dezentralen Beregnungsteichen und in Abstimmung mit dem Landkreis Stade als Untere Wasserbehörde ein abgegrenzter Landschaftsraum als möglicher zentraler Speicherraum angedacht. Die dafür in Aussicht genommene Fläche liegt zwischen der Geestkante (Bahntrasse) und der A 26. Sie liegt verhältnismäßig niedrig, ist landwirtschaftlich vergleichsweise ungenutzt und stünde für einen zeitweiligen Einstau aus wasserwirtschaftlicher Sicht prinzipiell zur Verfügung. Voraussetzung ist die erdbauliche Einfassung der Fläche in Form einer niedrigen Verwallung sowie die Herstellung der notwendigen Zu- und Ablaufeinrichtungen inklusive der Gewässer. Ein künstlicher Abtrag des Geländes ist nicht vorgesehen. Innerhalb dieser Fläche muss etwa ein Drittel der benötigten Beregnungswassermenge gespeichert werden.

Einschränkend sei erwähnt, dass sich die Flächen in Privatbesitz befinden, weshalb sie nicht ohne Weiteres verfügbar sein dürften. Eine kurzfristige Umsetzung der Planungen scheint daher unrealistisch. Ferner sind die naturschutzfachlichen Auswirkungen eines zeitweiligen Einstaus dieser Flächen sowie die ggf. daraus resultierenden Kompensationsmaßnahmen im Rahmen weiterführender Planungen zu prüfen und festzulegen. Allerdings bietet eine großflächige Vernässung von landwirtschaftlichen Nutzflächen durchaus auch ein ökologisches Aufwertungspotenzial, so dass sich bei einer ansprechenden Gestaltung und bei einem umweltverträglich zeitgesteuerten Wassermanagement positive Effekte auf Flora und Fauna ergeben könnten.

Nachfolgend werden die Einzelkomponenten dieser Maßnahmenkombination hydraulisch dimensioniert und planerisch dargestellt. Um die komplexen Zusammenhänge besser verständlich zu machen, wird das Wassermanagement abschließend anhand eines typischen 20-ha-Obstanbaubetriebes exemplarisch beschrieben.

5.5.3 Wasserdargebot der Nebenflüsse

Nach dem Berichten des Niedersächsischen Umweltministeriums zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (veröffentlicht im Internet unter www.wasserblick.net) lauten die Einzugsgebiete, die Gewässerkundlichen Hauptwerte und die daraus resultierenden mittleren Abflüsse von Schwinge und Lühe wie folgt:

- Schwinge, tidefrei: $A_E = 197,89 \text{ km}^2$
 $MNq = 3,8 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow MNQ = 0,752 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Mq = 12,1 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow MQ = 2,396 \text{ m}^3/\text{s}$
 $MHq = 55,0 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow MHQ = 10,889 \text{ m}^3/\text{s}$

- Lühe, tidefrei: $A_E = 158,51 \text{ km}^2$

$$MNq = 3,1 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow \text{MNQ} = 0,491 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Mq = 9,9 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow \text{MQ} = 1,569 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MHq = 92,0 \text{ l/sxkm}^2 \quad \Rightarrow \text{MHQ} = 14,583 \text{ m}^3/\text{s}$$

Zusätzlich zu den angegebenen, tidefreien Einzugsgebieten verfügen die Nebenflüsse über tidebeeinflusste Einzugsflächen von jeweils rd. 15 km^2 Größe, die jedoch nicht in die Berechnungen zur Zuführung von salzfreiem Wasser eingehen.

Da die Lühe auch zur Wasserbereitstellung in der 2. Meile herangezogen wird, reduziert sich das Wasserdargebot entsprechend. Überschlägig wird eine 50%-ige Aufteilung des Lühe-Abflusses auf die 1. und die 2. Meile angesetzt. Des Weiteren darf aus ökologischen Gründen nicht der komplette Abfluss für die Frostschutzberechnung abgeleitet werden. Angesetzt wird hier ein verfügbarer Anteil von 70% des Gesamtabflusses. Der 30%-ige Restabfluss entspricht somit in etwa dem Niedrigwasserabfluss MNQ, welcher zur Aufrechterhaltung der Gewässerökologie nicht wesentlich unterschritten werden sollte.

Folglich beträgt der für die 1. Meile verfügbare, mittlere Abfluss MQ der beiden Nebenflüsse:

$$\text{MQ} = 2,396 + \frac{1}{2} \times 1,569 = 3,181 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{MQ}_{\text{verfügbar}} = 3,181 \times 70\% = \mathbf{2,23 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$<< \text{erf. } Q_d = 12,96 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Ist 2010)}$$

$$<< \text{erf. } Q_d = 17,55 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Soll ~1990)}$$

$$<< \text{erf. } Q_d = 18,28 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Soll 2010)}$$

Wie die Berechnungsergebnisse zeigen, reicht das Wasserdargebot der Nebenflüsse Schwinge und Lühe bei weitem nicht aus, um den Tagesbedarf der 1. Meile zu decken. Dennoch kann der Zulauf weitgehend tideunabhängig und damit kontinuierlich über den gesamten Berechnungszeitraum erfolgen, was die Maßnahme vorteilhaft erscheinen lässt.

Höhere Abflüsse als MQ sind zum Zeitpunkt der Frostschutzberechnung nicht zu erwarten, weil die klimatischen Rahmenbedingungen zu konträr sind. Bei Nachfrösten im Frühjahr herrschen meist Ostwindwetterlagen mit trockener Kontinentalluft vor, während höheren Gebietsabflüssen längere, feuchte Niederschlagsperioden vorangehen müssen. Demnach können auch keine höheren Abflussmengen für die Zuwässerung angenommen werden.

Zusammengefasst muss die Zuwässerung aus den Nebenflüssen durch andere, geeignete Maßnahmen ergänzt werden.

5.5.4 Vergrößerung dezentraler Speicherräume / Beregnungsteiche

Da die Wasserzuführung über die Nebenflüsse allein nicht ausreicht, muss der Fehlbedarf möglichst dezentral in der Obstanbaufläche gespeichert und zur Verfügung gestellt werden.

Vorteil dieses Lösungsansatzes ist die vollständige Unabhängigkeit von Wasserzuläufen aus der Elbe. Weder die Tideverhältnisse noch die Salzgehalte des Elbwassers würden in diesem Fall die Frostschutzberechnung gefährden. Die Schaffung von ausreichendem Speicherraum, der aus den Nebenflüssen gespeist wird, stellt demnach eine nachhaltige und zukunftsweisende Alternative für die Wasserbereitstellung dar.

In Anbetracht des fehlenden Rücklaufs nach der ersten Berechnungsnacht sollte das Speichervolumen gleich für zwei Nächte eingerichtet werden. Abzüglich des möglichen Zulaufs über die Nebenflüsse - angesetzt wurde das vorstehend ermittelte, verfügbare MQ - ergibt sich der in Tabelle 11 angegebene Speicherbedarf in der 1. Meile.

1. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell (Ist 2010)	Zukünftiger Was- serbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~ 1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Gesamt Wasserbedarf Q_d	1.120.000 m ³ /d	1.515.920 m ³ /d	1.579.760 m ³ /d
Wasserbedarf für 2 Nächte	2.240.000 m ³ /2d	3.031.840 m ³ /2d	3.159.520 m ³ /2d
abzgl. Zulauf MQ über die Nebenflüsse	2,23 m ³ /s x 3.600 x 48 = 385.344 m ³ /2d	2,23 m ³ /s x 3.600 x 48 = 385.344 m ³ /2d	2,23 m ³ /s x 3.600 x 48 = 385.344 m ³ /2d
Speicherbedarf 2 Nächte	1.854.656 m³	2.646.496 m³	2.774.176 m³
Ist – Speichervolumen (LK)	278.431 m ³	278.431 m ³	278.431 m ³
Flächenbedarf dezentrale Beregnungsteiche (t = 3m)	rd. 75 ha (Faktor 2,5)	rd. 105 ha (Faktor 2,5)	rd. 110 ha (Faktor 2,5)
Beregnungsfläche	2.000 ha	2.707 ha	2.821 ha
Anteil Beregnungsfläche	rd. 3,8 %	rd. 3,9 %	rd. 3,9 %

Tabelle 11: Gesamt-Speicherbedarf in der 1. Meile Alten Landes (2 Nächte)

Das spezifische Speichervolumen für 2 Nächte ergibt sich bei gleichzeitigem Zulauf aus den Nebenflüssen wie folgt:

$$\text{Result. Speichervolumen: } V_s = 2.646.496 \text{ m}^3 / 2.707 \text{ ha} = 977,65 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Wie die grobe Flächenbedarfsabschätzung in den unteren Tabellenzeilen zeigt, liegt der erforderliche Anteil des Speicherraums an der Beregnungsfläche (bei einer angenommenen Teichtiefe von 3 m) in einer Größenordnung von unter 4%. Bei einer durchschnittlichen Betriebsgröße von rd. 20 ha würde dies einer Teichfläche von etwa $A = 90 \times 90 = 8.100 \text{ m}^2 = 0,8 \text{ ha}$ entsprechen.

Nach Ansicht der Obstbauversuchsanstalt Jork wäre der damit einher gehende Verlust an Obstanbaufläche für die einzelnen Betriebe zu groß und nicht akzeptabel. Zwar träte eine unmittelbare Existenzgefährdung erst bei einem Flächenverlust von über 10% ein, betriebswirtschaftlich sei die Vergrößerung der Speicherräume auf ein Maß von 4% der Anbaufläche jedoch nicht vertretbar. Zu große Gewinneinbußen und mangelnde Zukunftsperspektiven könnten den Obstanbau in der Region langfristig gefährden.

Seitens der Obstbauversuchsanstalt wird eine maximale Flächeninanspruchnahme für den Ausbau der Speicherräume in Höhe von etwa 2,5% der Obstanbaufläche gebilligt.

Sofern man dieser Forderung stattgibt, ergäbe sich unter den genannten Voraussetzungen folgendes Gesamtbild:

1. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell (Ist 2010)	Zukünftiger Was- serbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~ 1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Berechnungsfläche	2.000 ha	2.707 ha	2.821 ha
Anteil Speicherraum an Be- rechnungsfläche	max. 2,5 %	max. 2,5 %	max. 2,5 %
Flächenanteil Speicherraum	rd. 50 ha	rd. 67,5 ha	rd. 70 ha
Dezentrales Speichervolu- men bei t = 3 m	rd. 1.250.000 m³	rd. 1.687.500 m³	rd. 1.750.000 m³
Speicherbedarf 2 Nächte	1.854.656 m³	2.646.496 m³	2.774.176 m³
Volumendefizit Δ V	604.656 m³	958.996 m³	1.024.176 m³

Tabelle 12: Dezentrales Speichervolumen (2,5% der Anbaufläche) in der 1. Meile

Unter der Vorgabe, dass maximal 2,5% der Obstanbaufläche für die Herstellung oder die Vergrößerung von Frostschutzberegnungsteichen in Anspruch genommen werden dürfen, wären für den zukünftigen Wasserbedarf rd. 1,69 Mio. m³ dezentrales Speichervolumen in der 1. Meile bereitzustellen.

Das spezifische Speichervolumen für 2 Nächte ergibt sich unter diesen Vorgaben wie folgt:

$$\text{Result. Speichervolumen: } V_s = 1.687.500 \text{ m}^3 / 2.707 \text{ ha} = 623,38 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Das errechnete Volumendefizit von rd. 0,96 Mio. m³ müsste unter diesen Voraussetzungen anderweitig, beispielsweise in einem zentralen Speicherraum, bereitgestellt werden.

5.5.5 Einrichtung eines zentralen Speicherraumes

5.5.5.1 Lage und allgemeine Beschreibung

Grundlage der folgenden Ausführungen und Berechnungen zur Einrichtung eines zentralen Speicherraumes sind ausschließlich die zukünftigen Berechnungsflächen und -mengen laut Rahmenentwurf. Davon abweichende Flächenansätze wurden in diesem Zusammenhang nicht untersucht.

Sofern das errechnete Volumendefizit von rd. 960.000 m³ nicht dezentral eingerichtet werden kann, muss ergänzend ein zentraler Speicherraum geschaffen werden. Dazu wurde ein potenziell geeigneter Suchraum identifiziert, welcher zwischen Stade und Dollern an der Autobahn A 26 liegt und von der A 26 im Nordosten, der Landesstraße L 125 „Altländer Straße“ im Süden und der Bahntrasse bzw. der Geestkante im Südwesten abgegrenzt wird.

Auf der Gesamtfläche des Suchraumes von rd. 480 ha ließe sich aufgrund des niedrigen Geländeni-
veaus von deutlich unter NN eine sehr große Wassermenge speichern. Geht man von einem mittleren
Geländeniveau von NN -0,50 m und einem maximalen Stauwasserstand von NN +0,50 m aus (vgl. Hö-
henplan, Anlage 4.3), ergibt sich überschlägig ein Speichervolumen von rd. 4,8 Mio. m³ in der Fläche.
Das tatsächlich benötigte Speichervolumen von rd. 960.000 m³ würde bei dieser Ausdehnung lediglich
eine Wassertiefe von rd. 20 cm (= NN -0,30 m) erfordern.

Insofern ist eine Flächenreduzierung des Speicherraumes angezeigt, damit der angestrebte Stauwasserstand von NN +0,50 m nicht unterschritten wird; dieser wiederum ist erforderlich, um das gespeicherte Wasser im natürlichen Gefälle in das Obstanbaugebiet ableiten zu können. Für den Speicherraum selbst wäre somit eine Nettofläche von rd. 96 ~ 100 ha ausreichend.

Um den Stauwasserstand halten zu können, ist in Teilbereichen eine niedrige, optisch im Gelände kaum wahrnehmbare Verwallung anzulegen, welche schützenswerte Flächen vor Überflutungen bewahrt. Die Oberkante der Verwallung soll mit NN +0,50 m dem angestrebten Stauziel im Speicherraum entsprechen. Zudem müssen entsprechende Zulaufgewässer und Entnahgebauwerke neu hergestellt werden.

Der angestrebte Speicherwasserstand ließe sich nur durch rechtzeitige Befüllung über Schwinge und Lühe einstellen. Um salzfreies Wasser garantieren zu können, sind die beiden Sperrwerke an der Elbe während der Füllzeit möglichst geschlossen zu halten, so dass dem Speicherraum ausschließlich Süßwasser aus dem Oberlauf der Nebenflüsse zufließt. Gleichzeitig wird durch diese Maßnahme der Tideeinfluss aufgehoben, so dass der Zulauf in den Speicherraum aufgrund der dann künstlich angehobenen Wasserstände in den Nebenflüssen im natürlichen Gefälle erfolgen kann. Allerdings ist das Schließen der Stemmtore aus statischen Gründen nur bis ca. 1 m Binnenwasserdruck möglich; zudem muss die Binnenentwässerung gesichert bleiben. Diesbezüglich müssen genauere Prüfungen erfolgen.

Bei einem nutzbaren Zufluss von $MQ = 2,23 \text{ m}^3/\text{s}$ aus Schwinge und Lühe beträgt die Füllzeit des zentralen Speicherraumes:

$$t = 960.000 \text{ m}^3 / 2,23 \text{ m}^3/\text{s} = 430.493 \text{ s} = 120 \text{ h} = \text{rd. 5 Tage}$$

Mit der Befüllung des zentralen Speicherraumes sollte demnach mindestens 1 Woche vor Beginn der Frostschutzberegnungsperiode begonnen werden.

5.5.5.2 Zulauf von der Schwinge

Um die rd. 3,5 km entfernt verlaufende Schwinge an den zentralen Speicherraum anzubinden, ist ein entsprechend langes Zulaufgewässer erforderlich (Länge kann je nach konkreter Lage des Speicherraums variieren). Für den Zulauf von der Schwinge bietet sich ein Entnahgebauwerk am Burggraben, dem östlichen Seitenarm der Schwinge im Stadtgebiet von Stade, an. Dort wird der Wasserstand ohnehin künstlich auf hohem Niveau gehalten. Da keine andere Möglichkeit besteht als mit dem Bauwerk in den baulichen Bestand einzugreifen, sollte die Planung frühzeitig mit der Hansestadt Stade abgestimmt werden. Momentan bestehen seitens der Stadt Überlegungen, das gesamte Bahnhofsumfeld städtebaulich neu zu gestalten, so dass die Planungsideen ggf. miteinander kombiniert und in Einklang gebracht werden können.

Die Lage des neuen Entnahgebauwerks würde sich in etwa mit dem Standort des vorhandenen Schöpfwerks an der Mündung der Neuen Hollerner Moorwettern in die Schwinge decken. Auch für dieses Schöpfwerk bestehen seitens der Abwasserentsorgung Stade als Betreiberin konkrete Überlegungen in Hinblick auf eine Umgestaltung des Schöpfwerkszulaufes, so dass auch diesbezüglich eine rechtzeitige Abstimmung empfohlen wird.

Die Detailplanung der Konstruktion und der bautechnischen Ausführung des Entnahgebauwerks und des weiterführenden Zulaufs in den zentralen Speicherraum bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten. In jedem Fall wären Kreuzungen der Straße „Salztorscontrescarpe“ und eines Güterbahngleises mit entsprechend dimensionierten Durchlässen erforderlich. Ob dies in Anbetracht vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen überhaupt möglich ist, kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht abschließend geklärt werden. Im weiteren Verlauf ist außerdem ein Durchlass unter der BAB A26

erforderlich, der im laufenden Betrieb hergestellt werden müsste. Auch dieses Bauwerk – obgleich im Bereich des Sanddammes vor der AS Kaisereichen angesiedelt – ist mit einem erheblichen technischen und wirtschaftlichen Aufwand verbunden.

Überschlägig wäre das Entnahmebauwerk wie folgt zu dimensionieren (Bemessung „Durchfluss unter Schütz“ siehe Anhang C-1.1):

Durchfluss $Q = MQ_{\text{Schwinge, verfügbar}}$	$= 2,396 \times 70\% = 1,677 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstand Burggraben	$= \text{i.M. NN} + 0,60 \text{ m}$ (künstlich gehalten)
OKG zentraler Speicherraum	$= \text{NN} \pm 0,00 \text{ m}$ (abnehmend bis unter NN -0,50 m)
Zielwasserstand Speicherraum	$= \text{max. NN} + 0,50 \text{ m}$ (i.M. NN +0,25 m)
Gewählte Abmessungen B / H:	$= 1,00 / 1,00 \text{ m}$ (Durchlass)
$\Rightarrow$ Erf. Öffnungshöhe a (Hubschütz) $= 0,65 \text{ m}$	

Danach wäre ein Rahmendurchlass B / H = 1,00 / 1,00 m (oder ein vergleichbarer Kreisquerschnitt) hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Zulaufmenge von $Q = 1,677 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung zentraler Speicherraum abzuleiten. Die unterströmte Hubschützanlage zur Regulierung des Durchflusses muss dazu um maximal $a = 0,65 \text{ m}$ angehoben werden.

Für die neue Zulaufwettern stünde unter diesen Rahmenbedingungen ein hydraulischer Gradient von durchschnittlich $\Delta h = 0,60 - 0,25 = 0,35 \text{ m}$ zur Verfügung. Das damit gleichzusetzende Energieliniengefälle und die hydraulische Dimensionierung des Durchflussquerschnitts lauten wie folgt:

$$I_E = 0,35 / 3.500 = 0,10 \text{ ‰}$$

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \geq 1,677 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Fließformel nach MANNING-STRICKLER})$$

Für eine überschlägige hydraulische Bemessung wurde der k_{St} –Wert mit $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Als hydraulischer Querschnitt wurde zunächst ein Trapezprofil mit folgenden Abmessungen gewählt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang C-2.1):

Gewässertiefe t	$= 1,10 \text{ m}$
Fließtiefe h	$= 0,75 \text{ m}$
Böschungsneigung	$= 1 : 1,5$
$\Rightarrow$ Erf. Sohlbreite b_{So}	$= 10,70 \text{ m}$
$\Rightarrow$ Ef. Gesamtbreite b	$= \text{ca. } 14,00 \text{ m}$ (in Abhängigkeit von OKG)

Dieser Querschnitt wurde in iterativen Berechnungsdurchgängen verifiziert. Auf der Grundlage dieser Ausgangsdaten ergibt sich eine erforderliche Sohlbreite von $b_{So} = 10,70 \text{ m}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses; die Gesamtbreite der Zulaufwettern beträgt demnach rd. 14 m.

Geht man davon aus, dass die Zulaufwettern beim freien Auslauf in den Speicherraum mit einer Sohltiefe von NN -0,50 m ausgebaut wird, muss der Wasserstand im Anschlussbereich zur Schwinge

$$Wsp = So + h + \Delta h = \text{NN} - 0,50 + 0,75 + 0,35 = \text{NN} + 0,60 \text{ m}$$

betragen (entspricht dem MW der Schwinge). Dazu muss die Zulaufwettern mit seitlichen Verwallungen eingefasst werden, die eine Höhe von mindestens NN +0,80 m haben sollten. Um die gewählte Fließtiefe von 0,75 m nicht zu überschreiten, kann die Sohle im Anschlussbereich zur Schwinge auf NN -0,15 m angehoben werden.

Überschlägig wäre die Zulaufwettern unter diesen Rahmenbedingungen hydraulisch ausreichend dimensioniert. Der Zulauf von der Schwinge würde nicht nur zur frühzeitigen Befüllung des Speicherraums genutzt, sondern auch zur kontinuierlichen Zuwässerung während der Frostschutzberegnung.

5.5.5.3 Zulauf von der Lühe

Um die rd. 3,8 km entfernt verlaufende Lühe an den zentralen Speicherraum anzubinden, ist ein entsprechend langes Zulaufgewässer erforderlich (Länge kann je nach konkreter Lage des Speicherraums variieren). Unterhalb von Horneburg wird dazu ein Sielbauwerk an der Lühe erstellt, das in die unmittelbar südwestlich der Autobahntrasse verlaufende neue „Zulaufwettern“ übergeht. Im Verlauf der Zulaufwettern sind ein Wirtschaftsweg sowie die Landesstraße L 125 bei Dollern per Durchlass zu kreuzen. Nordwestlich der L 125 läuft die Zulaufwettern dann frei in den Speicherraum aus. Da die Lühe bei Horneburg noch unter Tideeinfluss liegt, stehen die benötigten Wasserstände nicht kontinuierlich zur Verfügung.

Im Detail bleibt die Konstruktion und bautechnische Ausführung des Entnahmebauwerks und des weiterführenden Zulaufs in den zentralen Speicherraum weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

Überschlägig ist das Entnahmebauwerk wie folgt zu dimensionieren (hydraulisches Nachweisblatt „Durchfluss unter Schütz“ siehe Anhang C-1.2):

Durchfluss $Q_{zu} = MQ_{Lühe, \text{verfügbar}}$	= $\frac{1}{2} \times 1,569 \times 70\% = 0,549 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstand Lühe, MW (Tidezone)	= NN +0,95 m (Pegel Horneburg)
OKG zentraler Speicherraum	= NN $\pm 0,00$ m (abnehmend bis unter NN -0,50 m)
Zielwasserstand Speicherraum	= max. NN +0,50 m (i.M. NN +0,25 m)
Gewählte Abmessungen B / H:	= 0,60 / 0,60 m
=> Erf. Öffnungshöhe a (Hubschütz)	= 0,30 m

Danach wäre ein Rahmendurchlass B / H = 0,60 / 0,60 m oder ein vergleichbarer Kreisquerschnitt hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Zulaufmenge von $Q = 0,549 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung zentraler Speicherraum abzuleiten. Ggf. reicht auch ein kleinerer Durchlass aus. Die unterströmte Hubschützanlage zur Regulierung des Durchflusses muss dazu um lediglich $a = 0,30 \text{ m}$ angehoben werden; erst bei sich angleichenden Wasserständen ist eine größere Öffnungshöhe erforderlich.

Für die neue Zulaufwettern stünde unter diesen Rahmenbedingungen ein hydraulischer Gradient von durchschnittlich $\Delta h = 0,90 - 0,25 = 0,65 \text{ m}$ zur Verfügung. Das damit gleichzusetzende Energieliniengefälle und die hydraulische Dimensionierung des Durchflussquerschnitts lauten wie folgt:

$$I_E = 0,65 / 3.800 = 0,17 \text{ ‰}$$

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \geq 0,549 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Fließformel nach MANNING-STRICKLER})$$

Für eine überschlägige hydraulische Bemessung wurde der k_{St} –Wert mit $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Als hydraulischer Querschnitt wurde zunächst ein Trapezprofil mit folgenden Abmessungen gewählt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang C-2.1):

Gewässertiefe t	= 1,00 m	
Sohlbreite b_{So}	= 2,00 m	
Böschungsneigung	= 1 : 1,5	
Gesamtbreite b	= ca. 5,00 m	(in Abhängigkeit von OKG)
=> Erf. Fließtiefe h	= 0,81 m	

Dieser Querschnitt wurde in iterativen Berechnungsdurchgängen verifiziert. Auf der Grundlage dieser Ausgangsdaten ergibt sich eine erforderliche Fließtiefe von $h = 0,81 \text{ m}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses.

Geht man davon aus, dass die Zulaufwettern beim freien Auslauf in den Speicherraum mit einer Sohltiefe von NN -0,50 m ausgebaut wird, muss der Wasserstand im Anschlussbereich zur Lühe mindestens

$$W_{sp} = So + h + \Delta h = \text{NN } -0,50 + 0,81 + 0,65 = \text{NN } +0,96 \text{ m}$$

betragen (entspricht etwa dem MW der Lühe). Dazu muss die Zulaufwettern mit seitlichen Verwallungen eingefasst werden, die eine Höhe von mindestens NN +1,00 m haben. Um die gewählte Profiltiefe von 1,00 m nicht zu überschreiten, kann die Sohle im Anschlussbereich zur Lühe auf NN $\pm 0,00 \text{ m}$ angehoben werden.

Überschlägig wäre die Zulaufwettern unter diesen Rahmenbedingungen hydraulisch ausreichend dimensioniert. Der Zulauf von der Lühe würde nicht nur zur frühzeitigen Befüllung des Speicherraums genutzt, sondern auch zur kontinuierlichen Zuwässerung während der Frostschutzberegnung.

5.5.5.4 Ablauf und weitere Verteilung in die Obstanbaugebiete

Um das Wasser vom zentralen Speicherraum aus in den Obstanbauflächen verteilen zu können, muss es zunächst unter der Autobahn A 26 durchgeleitet werden. Derzeit bestehen zwei Brückenbauwerke im Verlauf der Verbandsgewässer „Schwarzer Graben“ sowie „Agathenburger Moorwettern / Hollerner Schöpfwerkskanal“, die zu diesem Zweck genutzt werden können. Weitere Durchlässe unter der A 26 würden – neben dem hohen finanziellen und technischen Aufwand – einen erheblichen Eingriff in den laufenden Verkehr bedeuten, so dass von Neuplanungen bis auf Weiteres abgesehen wird.

Während die neu geplanten Sielbauwerke an Schwinge und Lühe auf das verfügbare MQ der Nebenflüsse und damit auf vergleichsweise geringe Durchflussmengen ausgelegt sind, müssen der Ablauf und die weitere Wasserverteilung in die Obstanbaufläche sehr kurzfristig erfolgen. Das Wasser, welches über rd. eine Woche in den Speicherraum geflossen ist, muss innerhalb eines Zeitraums von lediglich 48 Stunden in der Fläche verfügbar sein. Dies bedingt deutlich größere Durchflussmengen als am Entnahmepunkt. Für die beiden Brückenbauwerke wird nachfolgend eine überschlägige hydraulische Nachweisrechnung vorgenommen.

Nachweis Schwarzer Graben:

Die Brücke über den Schwarzen Graben weist nach vorliegenden Bestandszeichnungen eine lichte Weite von 4,84 m auf. Die Sohlbreite des Grabens beträgt 1,00 m, die Sohlage liegt bei NN -2,16 m, die Böschungsneigungen wurden mit 1 : 2 hergestellt. Seitlich wurden 1,00 m breite Bermen auf Höhe des Mittelwasserstandes von NN -1,70 m angelegt; daran schließt sich die seitliche Spundwandeneinfassung an. Der Nachweis des Durchflusses am Brückenbauwerk ergibt sich wie folgt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang C-2.3):

erf. Durchfluss Q_{ab} (etwa 50%)	= $\frac{1}{2} \times 960.000 \text{ m}^3 / 48 \text{ h} / 3600 \text{ s/h} = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$
Zielwasserstand Speicherraum	= NN +0,50 m (i.M. NN +0,25 m)
Stauwasserstand Steink. Neuwettern	= NN -0,80 m
Vorh. Fließtiefe h	= $2,16 - 0,80 = 1,36 \text{ m}$
=> Erf. Energieliniengefälle I_E	= 0,88 ‰

Auf der Grundlage dieser Ausgangsdaten müsste sich am Brückenbauwerk ein erforderliches Energieliniengefälle von $I_E = 0,88\text{‰}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses einstellen. Dies entspricht bei einer Baulänge von rd. 50 m einem Aufstau von rd. 5 cm, was vertretbar erscheint.

Setzt man dieses Gefälle auch für den weiteren Verlauf des Grabens an, entspräche dies bei einer anzusetzenden Fließstrecke vom Speicherraum in die Obstanbaufläche von $L = 2.300 \text{ m}$ (bis zur Steinkirchener Neuwettern) einer erforderlichen Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h = I_E \times L = 0,88\text{‰} \times 2.300 = 2,02 \text{ m}$. Eine solche Differenz kann sich nicht schadlos einstellen, so dass ein Gewässerausbau mit gesondertem Nachweis des Schwarzen Grabens erforderlich wird.

Als maximal zur Verfügung stehendes Energieliniengefälle I_E zwischen Zielwasserstand im Speicherraum und Stauwasserstand im Gewässersystem wird für den Nachweis des Grabens angesetzt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang C-2.4):

Max. Energieliniengefälle I_E	= $1,30 / 2.300 = 0,565 \text{‰}$
Böschungsneigung	= 1 : 2
Gesamtbreite b	= ca. 8,15 m (in Abhängigkeit von OKG)
Vorh. Fließtiefe h	= 1,36 m
=> Erf. Sohlbreite b_{So}	= 1,50 m

Unter diesen Voraussetzungen muss die Sohlbreite des Schwarzen Grabens auf $b_{So} = 1,50 \text{ m}$ verbreitert werden, damit der Durchfluss gesichert ist. Der Gewässerausbau auf den erforderlichen Fließquerschnitt ist mindestens zwischen Speicherraum und Steinkirchener Neuwettern erforderlich.

Nach diesem Ausbau wären das vorhandene Brückenbauwerk und der Fließquerschnitt des Schwarzen Grabens hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Ablaufmenge von $Q_{ab} = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung Obstanbaufläche abzuleiten.

Der Nachweis der weiteren Wasserverteilung im Obstanbaugebiet über die Steinkirchener Neuwettern bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten. Nach erster Einschätzung kann dort auf einen Gewässerausbau verzichtet werden, weil die Sohlbreiten zwischen 3,0 und 5,5 m betragen und die Hauptgewässer somit ausreichend dimensioniert sein dürften.

Nachweis Agathenburger Moorwettern / Hollerner Schöpfwerkskanal

Deutlich größer dimensioniert als die Brücke über den Schwarzen Graben ist das Brückenbauwerk über die Agathenburger Moorwettern. Dieses weist eine lichte Weite von 10,60 m auf, wobei die Sohlbreite 6,00 m beträgt. Die Sohlage liegt bei NN -2,69 m, die Böschungsnegungen betragen 1 : 1,25. Auch an der Agathenburger Moorwettern sind beidseitig 1,0 m breite Bermen auf Höhe des MW von NN -1,65 m angelegt.

Der Nachweis des Durchflusses am Brückenbauwerk ergibt sich wie folgt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang C-2.5):

erf. Durchfluss Q_{ab} (etwa 50%)	= $\frac{1}{2} \times 960.000 \text{ m}^3 / 48 \text{ h} / 3600 \text{ s/h} = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$
Zielwasserstand Speicherraum	= NN +0,50 m (i.M. NN +0,25 m)
Stauwasserstand Ag. Moorwettern	= NN -0,80 m
Vorh. Fließtiefe h	= $2,69 - 0,80 = 1,89 \text{ m}$
=> Erf. Energieliniengefälle I_E	= 0,034 ‰

Auf der Grundlage dieser Ausgangsdaten müsste sich am Brückenbauwerk ein erforderliches Energieliniengefälle von $I_E = 0,034 \text{ ‰}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses einstellen. Dies entspricht bei einer Baulänge von rd. 50 m einem Aufstau von weniger als 1 cm.

Setzt man dieses Gefälle auch für den weiteren Verlauf der Wettern an, entspräche dies bei einer anzusetzenden Fließstrecke vom Speicherraum in die Obstanbaufläche von $L = 930 \text{ m}$ (bis zur Einmündung Schöpfwerkskanal / Hollerner Binnenwettern) einer erforderlichen Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h = I_E \times L = 0,034 \text{ ‰} \times 930 = 0,03 \text{ m}$.

Diese geringe Differenz kann sich schadlos einstellen, so dass der Nachweis der Agathenburger Moorwettern erbracht ist. Das vorhandene Brückenbauwerk und der Fließquerschnitt der Wettern sind hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Ablaufmenge von $Q_{ab} = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung Obstanbaufläche abzuleiten.

Der Nachweis der weiteren Wasserverteilung im Obstanbaugebiet über den Hollerner Schöpfwerkskanal bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten. Nach erster Einschätzung kann dort auf einen Gewässerausbau verzichtet werden, weil die Sohlbreiten zwischen 6,0 und 8,0 m betragen und die Hauptgewässer somit ausreichend dimensioniert sein dürften.

5.5.6 Fallbeispiel - Betrachtung eines durchschnittlichen Anbaubetriebes

In Anbetracht der Komplexität der vorstehend beschriebenen Maßnahmenkombination soll die geplante Zuwässerungssituation abschließend anhand eines Fallbeispiels näher erläutert werden.

Ein typischer Obstanbaubetrieb im Alten Land mit einer durchschnittlichen Anbaufläche von 20 ha benötigt eine Wassermenge für die Frostschutzberegnung über 2 Nächte in Höhe von

$$\text{erf. } V_{\text{Ber.}} = 20 \text{ ha} \times 40 \text{ m}^3/\text{ha} \times 14 \text{ h} \times 2 \text{ Nächte} = 22.400 \text{ m}^3$$

Ein Teil dieses Wasserbedarfes wird durch permanenten Zulauf aus den Nebenflüssen Schwinge und Lühe gedeckt, nämlich anteilig etwa

$$V_{\text{Flüsse}} = 2,23 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s/h} \times 48 \text{ h} \times 20 \text{ ha} / 2.707 \text{ ha} = 2.850 \text{ m}^3$$

Es verbleibt ein Rest-Wasserbedarf in Höhe von rd. $V_{\text{Ber.}} = 22.400 - 2.850 = 19.550 \text{ m}^3$, der für den beabsichtigten Zweck „auf Vorrat“ zwischengespeichert werden muss. Ein Großteil dieser Speicher- menge (etwa 2/3) wird in einem privaten, dezentralen Beregnungsteich innerhalb der Obstanbaufläche vorgehalten; wegen des großen Flächenbedarfs solcher Teichanlagen, der zulasten der Anbaufläche und damit der Wirtschaftlichkeit geht, kann allerdings nicht die Gesamtmenge dezentral gespeichert werden. Ergänzend wird die anteilige Restmenge in einem zentralen Speicherraum außerhalb des Obsthofes vorgehalten, an den der Betrieb über das vorhandene Gewässernetz hydraulisch angebun- den ist.

In dem dezentralen Beregnungsteich müsste folglich eine Wassermenge von etwa

$$V_{\text{Teich}} = 19.550 \times 2/3 = 13.033 \text{ m}^3 \approx 13.000 \text{ m}^3$$

gespeichert werden. Bei einer nutzbaren Wassertiefe von 3 m wäre dazu eine Flächenausdehnung von z.B. $A = 80 \times 70 \text{ m}$, entsprechend einer Beckenoberfläche von 5.600 m^2 bzw. $0,56 \text{ ha}$, erforderlich. Dies entspricht einem wirtschaftlich vertretbaren Flächenanteil von $5.600 / 200.000 = 2,8 \%$ an der Bereg- nungsfläche des Betriebes.

Bei der Gestaltung des Beregnungsteiches wurde eine nutzbare Gewässertiefe von 3 m, eine maximale Gesamttiefe von 4 m, Böschungsneigungen von 1 : 1,5 sowie eine 1 m breite Berme unterhalb des Dauerwasserstandes zugrunde gelegt. Diese Gestaltungsform stellt den Ausbaustandard der Bereg- nungsteiche in der 1. Meile Alten Landes dar.

In einem zentralen Speicherraum außerhalb des Betriebes wird das benötigte Restvolumen von

$$V_{\text{Speicherraum}} = 19.550 \times 1/3 = 6.517 \text{ m}^3 \approx 6.500 \text{ m}^3$$

anteilig bereitgestellt. Da der zentrale Speicherraum - ebenso wie der betriebseigene Beregnungsteich - rechtzeitig über die Nebenflüsse befüllt wurde, ist die kontinuierliche Wasserzuführung für die Bereg- nung über zwei Tage hinweg sichergestellt.

In der Praxis wird das Beregnungswasser stets aus der betriebseigenen Teichanlage entnommen, wel- che durch gleichzeitigen Nachlauf aus den Nebenflüssen und aus dem zentralen Speicherraum fortlau- fend wieder aufgefüllt wird. Die vorhandenen bzw. ausgebauten Zulaufgewässer sind hydraulisch in der Lage, die benötigten Wassermengen innerhalb dieses Zeitraums dem Obstanbaubetrieb zuzuleiten. Da der Wasserbedarf während der Beregnung jedoch größer ist als der Nachlauf, wird der Wasserstand im Beregnungsteich stetig absinken, bis nach der 2. Nacht auch der Rücklauf aus dem Entwässerungs- bzw. Dränagesystem einsetzt.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt ist insgesamt genügend Wasser im System vorhanden, welches kreis- laufartig für eine erneute Beregnung verwendet werden kann. Eine Zuwässerung aus der Elbe ist nicht erforderlich. Insgesamt ist der Wasserbedarf des Obstanbaubetriebes damit gedeckt.

5.5.7 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der vollständig unterbrochenen Wasserentnahme aus der Elbe wären erforderlich, wobei zunächst die Maßnahmen zur Vergrößerung des dezentralen Speichervolumens (Bau von Beregnungsteichen) aufgeführt sind (siehe Anlage 4.2 – Maßnahmenplanung 1. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf $V_s = 623,38 \text{ m}^3/\text{ha}$ im Zuwässerungsgebiet sämtlicher Unterverbände, entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 1.409.100 \text{ m}^3$ Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Herstellung von ca. **114 neuen Beregnungsteichen** in allen Verbandsgebieten (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung aller Sielbauwerke mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung Beregnungsteiche (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Vorh. Speicherraum genehmigt LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_s	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtungen Salinität				6	25.000,00 €	150.000,00 €
1 Schwinge-Deichsiel Symphonie SV Wöhrden	75.429 m³	10.512 m³	64.917 m³	5	155.000,00 €	775.000,00 €
2 Elbdeichsiel Bassenfleth (S8) Bassenflether SV	124.053 m³	26.085 m³	97.968 m³	8	155.000,00 €	1.240.000,00 €
3 Elbdeichsiel Twielenfleth (S9) Twielenflether SV Hollerner Binnen-SV WaBoV Agathenburger Moor Hollerner Moor-SV	633.977 m³	129.784 m³	504.193 m³	41	155.000,00 €	6.355.000,00 €
	85.403 m³	14.868 m³	70.535 m³	6	155.000,00 €	930.000,00 €
	438.860 m³	103.884 m³	334.976 m³	27	155.000,00 €	4.185.000,00 €
	53.611 m³	11.032 m³	42.579 m³	3	155.000,00 €	465.000,00 €
	56.104 m³	0 m³	56.104 m³	5	155.000,00 €	775.000,00 €
4 Elbdeichsiel Wetterndorf (S10) Wetterndorfer SV	423.898 m³	55.794 m³	368.104 m³	30	155.000,00 €	4.650.000,00 €
	423.898 m³	55.794 m³	368.104 m³	30	155.000,00 €	4.650.000,00 €
5 Lühe-Deichsiel Neuhoof Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	398.963 m³	56.256 m³	342.707 m³	27	155.000,00 €	4.185.000,00 €
	374.028 m³	56.256 m³	317.772 m³	25	155.000,00 €	3.875.000,00 €
	24.935 m³	0 m³	24.935 m³	2	155.000,00 €	310.000,00 €
6 Lühe-Deichsiel Grünendeich Sassen-SV Grünendeich	31.169 m³	0 m³	31.169 m³	3	155.000,00 €	465.000,00 €
Gesamtsumme	1.687.490	278.431	1.409.059	114		17.820.000,00 €

Tabelle 13: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 1, 1. Meile

Hinzu kommen die Maßnahmen zur Herstellung des zentralen Speicherraums, einschließlich der Zu- und Ablaufeinrichtungen:

- Flächenankauf für den zentralen Speicherraum in der Größenordnung von ca. 100 ha, zuzüglich der Flächen für die Zu- und Ablaufgewässer
- Einfassung des Speicherraums durch eine Verwallung, hergestellt aus dem gewonnenen Aus-hubboden
- Neubau je eines Deichsiels an Schwinge und Lühe, einschließlich der erf. Straßenkreuzungen und je einer Absperrvorrichtung
- Neubau mehrerer Gewässerabschnitte als Zulaufwettern
- Querung der BAB A26 und der L 125
- Verteilerbauwerk mit Schützenanlagen zur Steuerung des Zu-/ Ablaufes am Schöpfwerkskanal und am Schwarzen Graben
- Kostenschätzung Zentraler Speicherraum (netto, inkl. Grunderwerb, ohne Nebenkosten):

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
1	Herstellung zentraler Speicherraum			
1.1	Flächenankauf, lw. Nutzfläche	1.073.000 m ²	2,00 €	2.146.000,00 €
1.2	Verwallung, h = 2,0 m	4.500 m	25,00 €	112.500,00 €
1.3	Deichsiele mit Schützvorrichtung	2 St	250.000,00 €	500.000,00 €
1.4	Gewässerbau Zulaufwettern Schwinge-ZSR	3.500 m	125,00 €	437.500,00 €
1.5	Durchlassbauwerk BAB A 26	1 St	750.000,00 €	750.000,00 €
1.6	Gewässerbau Zulaufwettern Lühe - VBW	2.000 m	75,00 €	150.000,00 €
1.7	Gewässerbau Zulaufwettern VBW - ZSR	1.800 m	100,00 €	180.000,00 €
1.8	Gewässerausbau Schwarzer Graben	500 m	100,00 €	50.000,00 €
1.9	Durchlassbauwerk L 125	1 St	75.000,00 €	75.000,00 €
1.10	Verteilerbauwerk mit Schützsteuerung	2 St	125.000,00 €	250.000,00 €
	Gesamtsumme			4.651.000,00 €

Tabelle 14: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 2, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung bei einer vollständig unterbrochenen Wasserentnahme aus der Elbe (Worst-Case-Szenario), vornehmlich in Form der Herstellung neuer Beregnungsteiche und eines zentralen Speicherraums, ergäben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von

$$\text{rd. } 17,820 + 4,651 = 22,471 \text{ Mio. Euro.}$$

Diese Angabe bezieht sich ausschließlich auf die Maßnahmen in der 1. Meile Alten Landes.

5.6 **Kostenzusammenstellung**

Für die verschiedenen Ausbaustufen zur Sicherstellung einer alternativen Wasserbereitstellung in der 1. Meile Alten Landes wurden überschlägige Massen- und Kostenermittlungen durchgeführt, die in den jeweiligen Unterkapiteln enthalten sind.

Die geschätzten Herstellungskosten werden nachfolgend noch einmal in der Übersicht zusammengestellt:

Nullvariante:	Uneingeschränkte SIELzugzeit	2.125.000,-- €
Ausbaustufe 1:	Reduzierung der SIELzugzeit um 2 h	2.525.000,-- €
Ausbaustufe 2:	Reduzierung der SIELzugzeit um 4 h	2.755.000,-- €
Ausbaustufe 3:	Reduzierung der SIELzugzeit um 6 h	6.370.000,-- €
Ausbaustufe 4:	Keine Zuwässerung aus der Elbe möglich	22.471.000,-- €

In den Kostenanschlägen sind – mit Ausnahme des Flächenerwerbs für den zentralen Speicherraum – weder Grunderwerbs- noch Entschädigungszahlungen enthalten. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Obstbaubetriebe als Profiteure der Planung die Flächen für die Herstellung der Beregnungsteiche und der sonstigen Anlagen kostenfrei zur Verfügung stellen.

6 Unterhaltungsverband Altes Land – 2. Meile

6.1 Nutzungsansprüche

Das Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes Altes Land wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung in die Teilabschnitte der 1. Meile (zwischen Schwinge und Lühe) und der 2. Meile (zwischen Lühe und Este) unterteilt. Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich mit der alternativen Wasserversorgung der 2. Meile, in der insgesamt 8 Unterverbände organisiert sind. Hinzugerechnet wird der Entwässerungsverband Estemarsch, der per Definition zwar der 3. Meile Alten Landes angehört, formal aber vom UHV Altes Land vertreten wird.

Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die Wasserwirtschaft und den Obstanbau in der 2. Meile sind mit den Gegebenheiten in der 1. Meile vergleichbar, so dass diesbezüglich auf die Ausführungen unter Kapitel 5.1 verwiesen wird.



Abbildung 10: UHV Altes Land – 2. Meile (Quelle: Google Maps)

Das benötigte Wasser für die 2. Meile wird derzeit bei geeigneten Wasserständen direkt aus der Elbe oder aus den Nebenflüssen Lühe und Este entnommen. Hierzu stehen die Sielbauwerke Neuenschleuse (S11), Hahnöfersand West (S12) und -Ost (S13) sowie Hinterbrack (S14) in der Hauptdeichlinie der Elbe zur Verfügung. An die ehemalige Elbinsel Hahnöfersand grenzt südlich die Borsteler Binnenelbe an, die als zusätzliches Wasserreservoir dient, indem der dortige Wasserstand konstant auf einem höheren Niveau gehalten und der Tideinfluss damit abgepuffert wird. Ferner wird aus der Lühe - über die Deichsiele Höhen und Neuenkirchen - sowie aus der Este über das Deichsiel Moorende Wasser entnommen.

Neben der kontinuierlichen Zuwässerung aus der Elbe stellt die dezentrale Wasserspeicherung einen wesentlichen Baustein der Wasserbereitstellung für die Frostschutzberegnung dar. Mithilfe der in den Obstanbauflächen vorhandenen, dezentralen Speicherbecken bzw. Beregnungsteiche werden die Einlassbauwerke und weiterführenden Gräben und Wettern hydraulisch entlastet, indem das benötigte Beregnungswasser bereits in der Fläche gespeichert und dadurch frei verfügbar ist. Weiterer Vorteil des Speicherprinzips ist, dass nicht kontinuierlich zugewässert werden muss, so dass für die Zuwässerung ein aus quantitativer und qualitativer Sicht optimaler Zeitpunkt gewählt werden kann (Entkoppelung des Entnahmezeitpunkts vom Beregnungszeitpunkt). Das spezifisch erforderliche Speichervolumen wird durch den jeweiligen Verband fest vorgegeben; die Obstbauern sind gehalten, diese Vorgaben umzusetzen.

Allerdings decken die vorhandenen Teichanlagen bislang nur einen Teil des benötigten Wasservolumens ab. In der Praxis wird während der Beregnungszeit durch einen künstlichen Aufstau des Wasserstandes im Gewässersystem zusätzlicher Stauraum geschaffen, um den Wasserbedarf der ersten Nacht auf diese Weise abzudecken. Vielfach reicht diese Form der Wasserspeicherung noch aus und die Betriebe entnehmen das Beregnungswasser direkt aus den Wettern und Gräben.

Im Vergleich zum Obstanbau spielt die Viehwirtschaft nach Angaben des Verbandes keine bzw. nur eine sehr untergeordnete Rolle, so dass auf eine nähere Betrachtung der Viehtränke im UHV Altes Land verzichtet werden kann.

6.2 Ermittlung des Wasserbedarfs

Laut aktueller Auskunft des Landkreises Stade als Untere Wasserbehörde wurden im Verbandsgebiet der 2. Meile Alten Landes bislang wasserrechtliche Genehmigungen für rd. 2.315 ha Beregnungsfläche erteilt. Demgegenüber ging man zum Zeitpunkt der Aufstellung der Rahmenentwürfe für die Frostschutzberegnung von einer Beregnungsfläche von insgesamt rd. 4.400 ha aus.

Nr.	Unterverband	Genehmigte Beregnungsfläche laut LK Stade (Ist 2010)	Zukünftige Beregnungsfläche laut Rahmenentwurf (Soll ~1990)	Fortschreibung der zukünftigen Beregnungsfläche (Soll 2010)
1	Wasser- und Bodenverband Neuenschleuse-Wisch	255,27 ha	481,0 ha	481,0 ha
2	Schleusenverband Hohenfelde	297,23 ha	619,0 ha	619,0 ha
3	Neuenkirchener Vorschleusenverband	229,98 ha	500,0 ha	500,0 ha
4	Wasser- und Bodenverband Jork-Borstel-Ladekop	676,98 ha	1.160,0 ha	1.537,0 ha
5	Schleusenverband Königreich-Westmoorende	347,78 ha	640,0 ha	725,0 ha
6	Schleusenverband Cranz-Leeswig-Hinterbrack	37,22 ha	280,0 ha	280,0 ha
7	Entwässerungsverband Estemarsch (III. Meile)	471,01 ha	720,0 ha	1.090,0 ha
	Summe	2.315,47 ha	4.400,0 ha	5.232,0 ha

Tabelle 15: Beregnungsflächen in der 2. Meile Alten Landes (inkl. EV Estemarsch)

Teilweise haben die Unterverbände über die damaligen Ansätze hinaus in aktuell durchgeführten Befragungen weiteren Flächenbedarf für die Zukunft angemeldet, der mit einer Gesamtfläche von rd. 5.230 ha in die Ermittlung des Wasserbedarfs eingeht.

Nach Aussage des Landkreises Stade haben vermutlich nicht alle vorhandenen Beregnungsanlagen ein ordnungsgemäßes wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchlaufen. Realistisch sei aus heutiger Sicht eher von einer tatsächlichen Beregnungsfläche von rd. $A_{\text{Ber.}} = 3.000 \text{ ha}$ auszugehen.

Laut Kapitel 2.4.1 ist bei der Ermittlung des Wasserbedarfes für die Frostschutzberegnung von einem flächenspezifischen Wasserbedarf pro Beregnungsnacht in Höhe von

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{hxha}) \times 14 \text{ h} = \mathbf{560 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

auszugehen. Da in den Rahmenentwürfen noch nicht überall mit diesen hohen Ansätzen operiert wurde, enthalten die nachfolgenden hydraulischen Berechnungen gewisse Reserven. Sofern nach der ersten Nacht kein nennenswerter Rücklauf in die Speichersysteme zu verzeichnen ist, muss das Beregnungswasser für gleich zwei Beregnungsnächte vorgehalten werden, so dass sich der flächenspezifische Wasserbedarf ggf. verdoppelt.

Dieser Wasserbedarf wird einerseits durch kontinuierlichen Zufluss aus der Elbe und andererseits über das gespeicherte Wasser in den vorhandenen Beregnungsteichen abgedeckt. Das verbandsseitig vorgegebene, spezifische Speichervolumen wurde in Abhängigkeit von möglichen Sielschlusszeiten ermittelt; es beträgt je nach Verbandsgebiet etwa

$$V_s = \mathbf{200 \text{ bis } 480 \text{ m}^3/\text{ha}}.$$

Insgesamt ergibt sich für die 2. Meile Alten Landes folgender Wasserbedarf pro Beregnungsnacht:

2. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell laut LK Stade (Ist 2010)	Zukünftiger Wasserbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~ 1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Gesamtfläche 2. Meile	3.000,0 ha	4.400,0 ha	5.232,0 ha
Spezifischer Wasserbedarf	560 m ³ /ha	560 m ³ /ha	560 m ³ /ha
Gesamt Wasserbedarf Q_d	1.680.000 m³/d	2.464.000 m³/d	2.929.920 m³/d
Stundenmittel $Q_d/24$	19,44 m ³ /s	28,52 m ³ /s	33,91 m ³ /s

Tabelle 16: Gesamt-Wasserbedarf in der 2. Meile Alten Landes

Wie die Tabelle zeigt, sind die Wasserbedarfe für die Frostschutzberegnung immens. Gerade wenn die absehbaren zukünftigen Entwicklungen des Obstanbaus in der Region abgeschlossen sind, wird der Wasserbedarf gegenüber der Ist-Situation nochmals deutlich steigen. Voraussichtlich wird es dann zunehmend zu Problemen bei der Wasserversorgung kommen, da die verbandsinternen Gewässersysteme vielfach noch nicht auf eine solche Steigerung der Zulaufmengen ausgerichtet sind. Die bautechnischen Empfehlungen aus den Rahmenentwürfen (Gewässerausbau u.ä.) sollten folglich zeitnah umgesetzt werden, damit es zukünftig nicht zu Engpässen kommt.

Für die einzelnen Unterverbände wurde der jeweilige Wasserbedarf separat ermittelt. Weitere Informationen dazu sind den als Anhang A beigefügten Erfassungsbögen zu entnehmen, die im Wesentlichen auf den Flächenansätzen aus den Rahmenentwürfen basieren.

6.3 Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe

6.3.1 Allgemeines

Bei der Betrachtung der Auswirkungen einer eingeschränkten Zuwässerung aus der Elbe ist die hydraulische Leistungsfähigkeit der vorhandenen Elbdeichsiele entscheidend. Die Siele müssen hydraulisch in der Lage sein, das benötigte Wasservolumen in kürzeren Zeiträumen zuzuleiten.

Nicht alle Unterverbände beziehen ihr Beregnungswasser über ein eigenes Sielbauwerk aus der Elbe oder den Nebenflüssen. So nutzen beispielsweise mehrere Unterverbände gemeinsam das Elbdeichsiel Hahnöfersand-Ost für die Zuwässerung – das Siel Hahnöfersand-West wird wegen der ungünstigeren Salzgehalte in der Regel nicht verwendet – wobei die Borsteler Binnenelbe mit konstant höheren Wasserständen als zusätzlicher Puffer dient. Für die hydraulischen Nachweise der Sielbauwerke werden die daran angeschlossenen Unterverbände im Rahmen dieses Planungsschrittes zu einer Bewässerungseinheit zusammengefasst.

Zunächst unberücksichtigt bleibt in diesem Bearbeitungsschritt – im Sinne ungünstiger Annahmen – die Wasserbereitstellung aus den Beregnungsteichen. Vielmehr wird bei den Berechnungen davon ausgegangen, dass der gesamte Wasserbedarf ausschließlich über die kontinuierliche Zuwässerung aus der Elbe gedeckt werden muss. Möglicherweise ergeben sich dadurch bereits im Bestand rechnerische Defizite, die in der Praxis durch ein ausreichend großes Speichervolumen kompensiert werden. Hierauf wird an geeigneter Stelle hingewiesen.

Bei der Betrachtung der eingeschränkten Zuwässerung aus der Elbe wird gemäß Aufgabenstellung ein zeitgestaffelter Ansatz über 2, 4 und 6 Stunden bis hin zu einem Totalverzicht zugrunde gelegt. Ausgegangen wird jeweils von der Ist-Situation, d.h. von der heute verfügbaren Sielzugzeit für die Bewässerung, die im Wesentlichen von der Sohllage des Siellaufes, von seiner Geometrie und von den Wasserstandsverhältnissen abhängt.

Sofern die zeitgestaffelt verkürzte Sielzugzeit auch weiterhin ausreicht, um die benötigten Wassermengen zuzuführen, sind am Zulaufbauwerk keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Besonderes Augenmerk ist allerdings auf die sich erhöhende Fließgeschwindigkeit zu richten, damit es nicht zu strömungsbedingten Schäden an den Bauwerken kommt.

Werden Defizite beim Durchfluss festgestellt, muss zunächst das vorhandene bzw. seitens der Verbände geforderte, dezentrale Speichervolumen in die Bewertungen einbezogen werden; reicht auch dieses für eine Kompensation der Beeinträchtigungen nicht aus, sind ggf. weitere Maßnahmen zu ergreifen (z.B. Vergrößerung des Speichervolumens).

Analog gilt dies auch für den weiteren Wassertransport und die –verteilung in das Obstanbaugebiet hinein. Sind die Wettern und Gräben hydraulisch nicht in der Lage, die größeren Wassermengen abzuleiten, müssen ggf. Ausbaumaßnahmen in Form von Verbreiterungen des Durchflussquerschnitts vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt. Zunächst wird die Zuwässerung über die Sielbauwerke untersucht, anschließend wird kurz auf den weiteren Wassertransport eingegangen. Da sich die Betrachtungen eines totalen Verzichts der Zuwässerung aus der Elbe von den Bewertungen einer zeitgestaffelt reduzierten Zuwässerung unterscheiden, werden die Worst-Case-Szenario in einem separaten Kapitel behandelt (siehe Kap.6.5).

6.3.2 Vorgehensweise

Die durchgeführten Nachweise für die zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe sind im Anhang B-2 in Tabellenform wiedergegeben.

Gegliedert nach Sielbauwerken für die Zuwässerung (Bewässerungseinheiten), wurden darin zunächst die angeschlossenen Beregnungsflächen aufgelistet (Spalte 2). Unterschieden wird in zwei Tabellen nach der Ist-Situation (Ist 2010) und der zukünftigen Situation mit den Beregnungsflächen laut Rahmenentwürfen (Soll ~1990). Einvernehmlich verzichtet wird dagegen auf die weitere Betrachtung der fortgeschriebenen, zukünftigen Beregnungsflächen (Soll 2010). Aus den Beregnungsflächen ergibt sich der jeweilige Wasserbedarf pro Tag (Spalte 5), der u.a. aufgrund der Tideabhängigkeit nicht kontinuierlich zugeführt werden kann.

Für die Zuwässerung der benötigten Wassermengen stehen lediglich bestimmte Sielzugzeiten zur Verfügung, die von den spezifischen Wasserstandsverhältnissen und der Sohlage des Sielbauwerks abhängig sind. In den Rahmenentwürfen zur Wasserbereitstellung wurden die maßgebenden Sielzugzeiten bei ungünstigen Ostwindwetterlagen anhand von konkreten Tideverläufen ermittelt. Da ein Frostbeeignungsereignis häufig mit solchen Großwetterlagen zusammenfällt, wirken sich die dann vorherrschenden, niedrigen Wasserstände in der Elbe negativ auf die Wasserzuführung aus. Um im Rahmen der vorliegenden Studie von den gleichen ungünstigen Annahmen auszugehen, wurden die spezifisch ermittelten Sielzugzeiten aus den Rahmenentwürfen übernommen.

Ausgehend von dieser spezifisch ermittelten, ungünstigen Sielzugzeit, wurden anschließend die zur Verfügung stehenden Zeiträume für die Zuwässerung jeweils um 2, 4 oder 6 Stunden pro Tag verkürzt (Spalte 6, farbig unterlegt). Aus der verkürzten Sielzugzeit resultiert eine rechnerische Erhöhung des notwendigen Sieldurchflusses, da die gleiche Wassermenge in kürzerer Zeit durchgeleitet werden muss. Der erforderliche Sieldurchfluss wurde in der folgenden Tabellenspalte ermittelt (Spalte 7, farbig unterlegt).

Allerdings verfügt der Sielquerschnitt im Bestand nur über eine bestimmte, hydraulische Abflussleistung, die sich ebenfalls aus den vorhandenen Wasserstandsverhältnissen sowie aus der Bauwerksgeometrie ergibt (Spalte 8). Der Mittelwert dieser Abflussleistung wurde ebenfalls in den Rahmenentwürfen errechnet. Da die angenommene Reduzierung der Sielzugzeit während des Flutscheitels wirken soll, bleibt die mittlere Abflussleistung nicht konstant, sondern reduziert sich ebenfalls. Die abnehmende Abflussleistung wurde prozentual aus dem Beispiel Twielenfleth (vgl. Kap. 5.3.3) übernommen.

Die vorhandene Abflussleistung wurde mit dem erforderlichen Durchfluss verglichen. Sofern sich ein Defizit zwischen vorhandenem und benötigtem Durchfluss ergibt, so ist dies in der Tabelle entsprechend angegeben (Spalte 9).

Daran anknüpfend wird das Durchflussdefizit für die jeweilige Sielzugzeit in ein absolutes Volumendefizit umgerechnet (Spalte 10). Dieses Volumendefizit, d.h. die nicht über das Sielbauwerk zuführbare Wassermenge, muss beispielsweise durch Wasserspeicherung in der Obstanbaufläche ausgeglichen werden. Zur Kompensation des Volumendefizits ergibt sich ein erforderliches, spezifisches Speichervolumen V_S , das auf die betreffende Beregnungsfläche umgelegt wurde (Spalte 11). Sofern eine Überschreitung des verbandsseitig geforderten Speichervolumens errechnet wurde, ist diese Überschreitung in der Tabelle rot markiert.

Abschließend wird die resultierende Fließgeschwindigkeit im Sielquerschnitt (Spalte 14) errechnet, die mit den erhöhten Durchflussmengen ebenfalls steigt. Als Grenzwert für mögliche Bauwerksschäden wurde hier eine verträgliche Fließgeschwindigkeit von $v = 1,5 \text{ m/s}$ angesetzt (Spalte 15). Auftretende Überschreitungen sind ebenfalls rot markiert.

6.3.3 Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit vom Salzgehalt

Wie unter Kapitel 5.3.4 ausführlich erläutert, ist als Grundvoraussetzung für die Steuerung der Sielbauwerke eine Messvorrichtung unmittelbar am jeweiligen Sielbauwerk erforderlich. Mithilfe dieser Messvorrichtung kann in Zukunft genau festgestellt werden, ob ein Zuwässerungsvorgang aufgrund erhöhter Salzgehalte des Elbwassers zeitweilig unterbrochen werden muss.

Mit der Messvorrichtung als Grundausstattung bieten sich optional mehrere Ausstattungsvarianten an:

- Rein manuelle Datenablesung und Steuerung des Verschlusselementes
- Datenfernübertragung auf PC oder Warnmeldung per SMS auf das Mobiltelefon des Sielwärters, mit anschließender manueller Steuerung des Verschlusselementes
- Automatische Steuerung des Verschlusselementes in Abhängigkeit vom Salzgehalt

Empfohlen wird die Koppelung der Messvorrichtung mit einer Datenfernübertragung, beispielsweise auf das Mobiltelefon des Sielwärters. Wird der Grenzwert überschritten, setzt das System automatisch eine entsprechende Meldung ab, so dass unverzüglich reagiert und die Zuwässerung unterbrochen werden kann. Der Bedienvorgang erfolgt wie bisher auch in manueller Form, bzw. als manueller Impuls mit technischer Unterstützung (motorbetriebener Verschluss).

Das System hat sich als technisch zuverlässig und gut handhabbar erwiesen, so dass die generelle Ausstattung der Zuwässerungssiele mit solchen Systemen empfohlen wird; in den nachstehenden Maßnahmenkatalogen wurden die entstehenden Kosten bereits jeweils mit eingestellt.

6.4 Ergebnisse – Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung

Die Berechnungen zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der vorhandenen Elbdeichsiele bei zeitgestaffelter Einschränkung der Sielzugzeit sind im Anhang B-2 in Tabellenform wiedergegeben. In zwei separaten Tabellen wurden sowohl die heutigen Wasserbedarfe als auch die zukünftig erforderlichen Durchflussmengen (erweiterte Beregnungsflächen laut Rahmenentwurf) untersucht.

Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse näher erläutert, wobei sich die Analyse ausschließlich auf die zukünftige Situation mit erhöhtem Wasserbedarf laut Rahmenentwurf bezieht. Die betreffende Tabelle ist auf einer der Folgeseiten verkleinert und verkürzt abgebildet. Verzichtet wird dagegen auf eine nähere Beschreibung der heutigen Verhältnisse, weil derzeit noch keine besonderen Probleme bei der Zuwässerung bestehen.

Zunächst werden bereits bestehende Defizite bei uneingeschränkter Sielzugzeit als Nullvariante dargestellt, und daran anschließend werden die nachteiligen Entwicklungen bei zeitgestaffelter Einschränkung der Sielzugzeit erläutert. Eingegangen wird in der Defizitanalyse jeweils nur auf diejenigen Sielbauwerke, bei denen sich ein Fehlbetrag bei der Zuwässerung gezeigt hat (vgl. Spalte 9).

Weiterhin werden die notwendigen Kompensationsmaßnahmen zusammenfassend dargestellt und mit Schätzkosten belegt. Die genaue Ausgestaltung der Maßnahmen bleibt weiteren Planungsschritten vorbehalten; auf die optional durchzuführende Entwurfsplanung wird verwiesen.

Unabhängig von den Einzelergebnissen wäre aus Vorsorgegründen eine einheitliche Regelung der spezifischen Speicherkapazität für alle Unterverbände des UHV Altes Land wünschenswert. Vorteil dieser Regelung wäre, dass kleinteilige Regelungen vermieden und das Alte Land insgesamt deutlich unabhängiger von der Zuwässerung aus der Elbe würde. Bei einer durchschnittlichen Betriebsgröße von rd. 20 ha würde eine einheitliche Anpassung auf beispielsweise $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ einem Speichervolumen von $V_S = 8.000 \text{ m}^3$ entsprechen, was bei einem 3 m tiefen Beregnungsteich bereits auf einer Grundfläche von $A = 65 \text{ m} \times 53 \text{ m} = 3.445 \text{ m}^2 = 0,34 \text{ ha}$ bzw. rd. 1,8% der Anbaufläche bereitgestellt werden könnte. Identische Vorgaben werden in der 3. Meile (hamburgischer Teil des Alten Landes) bereits seit einigen Jahren umgesetzt.

6.4.1 Nullvariante – Keine Reduzierung der Sielzugzeit

6.4.1.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-2.2 bzw. Abbildung 11 (Zeile ohne farbige Unterlegung) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Lühe-Deichsiel Neuenkirchen:

Rechnerisch ergibt sich ein Volumendefizit von $\Delta Q = 85.600 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 171 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, ist das Defizit ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Großes Brack:

Rechnerisch ergibt sich ein Volumendefizit von $\Delta Q = 50.960 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 80 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

- Deichsiel Hinterbrack:

Rechnerisch ergibt sich ein Volumendefizit von $\Delta Q = 102.800 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 367 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit - in Anbetracht der getroffenen Annahmen - gerade noch als ausgeglichen. Die Unterdeckung liegt noch im Rundungsbereich, eine Nachrüstung des Speichervolumens um $7 \text{ m}^3/\text{ha}$ scheint unsinnig.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

Defizitanalyse - Zeitgestaffelte Verkürzung der Sielzugzeit für die Zuwässerung

Nr. Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Berechnungsfl. A _{Ber.}	Spez. Wasserbedarf q _{Ber.}		Ber.menge Q _{Ber.}	Sielzugzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Siel}	vorh. Abfluss vorh. Q _{Siel} (i.M.)		Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _S
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[2]x[3]x[4]	[6]	[7]=[5]/ [6]	[8]		[9]	[10]=([8]-[7])x[6]	[11]=[10]/ [2]
1 Elbdeichsiel Neuenschleuse (S11) WaBoV Neuenschleuse-Wisch	481 ha	40 m³/haxh	14 h/d	269.360 m³/d	10 h/d	7,482 m³/s	28,130	m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha
					8 h/d	9,353 m³/s	26,189	m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha
					6 h/d	12,470 m³/s	23,123	m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha
					4 h/d	18,706 m³/s	19,185	m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha
2 Lühe-Deichsiel Neuenkirchen Neuenkirchener Vor-SV	500 ha	40 m³/haxh	14 h/d	280.000 m³/d	24 h/d	3,241 m³/s	2,250	m³/s	100%	-85.600 m³	171 m³/ha
					22 h/d	3,535 m³/s	2,095	m³/s	93%	-114.096 m³	228 m³/ha
					20 h/d	3,889 m³/s	1,850	m³/s	82%	-146.836 m³	294 m³/ha
					18 h/d	4,321 m³/s	1,535	m³/s	68%	-180.564 m³	361 m³/ha
3 Lühe-Deichsiel Höhen SV Hohenfelde	619 ha	40 m³/haxh	14 h/d	346.640 m³/d	15 h/d	6,419 m³/s	7,880	m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha
					13 h/d	7,407 m³/s	7,336	m³/s	93%	-3.302 m³	5 m³/ha
					11 h/d	8,754 m³/s	6,477	m³/s	82%	-90.137 m³	146 m³/ha
					9 h/d	10,699 m³/s	5,374	m³/s	68%	-172.517 m³	279 m³/ha
4/5 Elbdeichsiel Hahnöfers.-Ost (S13) (übergeordnet, Summe aus 4 + 5) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop SV Königreich-Westmoorende	1.800,00 ha	40 m³/haxh	14 h/d	1.008.000 m³/d	12 h/d	23,333 m³/s	32,920	m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha
	1160 ha				10 h/d	28,000 m³/s	30,649	m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha
	640 ha				8 h/d	35,000 m³/s	27,060	m³/s	82%	-228.665 m³	127 m³/ha
					6 h/d	46,667 m³/s	22,451	m³/s	68%	-523.049 m³	291 m³/ha
4 Deichsiel Borstel (B. Binnenelbe) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop	1160 ha	40 m³/haxh	14 h/d	649.600 m³/d	20 h/d	9,022 m³/s	26,200	m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha
					18 h/d	10,025 m³/s	24,392	m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha
					16 h/d	11,278 m³/s	21,536	m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha
					14 h/d	12,889 m³/s	17,868	m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha
5 Deichsiel Gr. Brack (B. Binnenelbe) SV Königreich-Westmoorende	640 ha	40 m³/haxh	14 h/d	358.400 m³/d	20 h/d	4,978 m³/s	4,270	m³/s	100%	-50.960 m³	80 m³/ha
					18 h/d	5,531 m³/s	3,975	m³/s	93%	-100.796 m³	157 m³/ha
					16 h/d	6,222 m³/s	3,510	m³/s	82%	-156.227 m³	244 m³/ha
					14 h/d	7,111 m³/s	2,912	m³/s	68%	-211.628 m³	331 m³/ha
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	280 ha	40 m³/haxh	14 h/d	156.800 m³/d	10 h/d	4,356 m³/s	1,500	m³/s	100%	-102.800 m³	367 m³/ha
					8 h/d	5,444 m³/s	1,397	m³/s	93%	-116.581 m³	416 m³/ha
					6 h/d	7,259 m³/s	1,233	m³/s	82%	-130.167 m³	465 m³/ha
					4 h/d	10,889 m³/s	1,023	m³/s	68%	-142.069 m³	507 m³/ha
7 Este-Deichsiel Moorende EV Estemarsch (III. Meile)	720 ha	40 m³/haxh	14 h/d	403.200 m³/d	16 h/d	7,000 m³/s	12,910	m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha
					14 h/d	8,000 m³/s	12,019	m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha
					12 h/d	9,333 m³/s	10,612	m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha
					10 h/d	11,200 m³/s	8,805	m³/s	68%	-86.234 m³	120 m³/ha

Abbildung 11: Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – 2. Meile (vgl. Anhang B-2)

6.4.1.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Zum Ausgleich der bestehenden Defizite bei uneingeschränkter Wasserentnahme sind keine baulichen Maßnahmen erforderlich.

Diese Aussage besitzt nur dann Gültigkeit, sofern die verbandsseitigen Forderungen hinsichtlich des vorzuhaltenden, spezifischen Speichervolumens von den Einzelbetrieben eingehalten werden. Selbst wenn akut noch kein Wassermangel auftritt, wird dies spätestens dann der Fall sein, wenn die tatsächliche Beregnungsfläche die Größenordnung der Rahmenentwürfe erreicht. Bis dahin wird dringend empfohlen, den Ausbau der Speicherkapazitäten weiter voranzutreiben, sofern in Teilbereichen diesbezüglich noch Defizite bestehen sollten.

6.4.2 Reduzierung der Sielzugzeit um 2 Stunden

6.4.2.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-2.2 bzw. Abbildung 11 (grün unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Lühe-Deichsiel Neuenkirchen:

Das Volumendefizit, welches bereits bei uneingeschränkter Sielzugzeit zu verzeichnen ist, hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 114.096 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 228 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Höhen

Erstmalig ist ein geringes Volumendefizit von $\Delta Q = 3.300 \text{ m}^3$ zu verzeichnen.

Zur Kompensation wäre lediglich ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 5 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hahnöfersand-Ost:

Ein Volumendefizit ergibt sich noch nicht.

Überhöhte Fließgeschwindigkeiten treten bereits bei nicht reduzierter Sielzugzeit auf; diese erhöhen sich gegenüber dem Ist-Zustand bei reduzierten Sielzugzeiten nur leicht. Strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

Eine Verlangsamung der Fließgeschwindigkeiten ließe sich durch gleichzeitige Nutzung des Sielbauwerks Hahnöfersand-West erreichen, welches über nahezu identische Bauwerksabmessungen verfügt.

- Deichsiel Großes Brack:

Das Volumendefizit, welches bereits bei uneingeschränkter Sielzugzeit festgestellt wurde, hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 100.796 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 157 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind gering; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hinterbrack:

Rechnerisch ergibt sich ein Volumendefizit von $\Delta Q = 116.581 \text{ m}^3$; welches in ähnlicher Größenordnung auch schon bei uneingeschränkter Sielzugzeit besteht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 416 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert. Bereits bei nicht reduzierten Sielzugzeiten ist eine leichte Unterdeckung zu verzeichnen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Este-Deichsiel Moorende:

Ein Volumendefizit ergibt sich noch nicht.

Leicht überhöhte Fließgeschwindigkeiten treten bereits bei nicht reduzierter Sielzugzeit auf; diese erhöhen sich gegenüber dem Ist-Zustand bei reduzierten Sielzugzeiten nur geringfügig. Strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

6.4.2.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 2-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 5.1 – Maßnahmenplanung 2. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Verbandsgebiet des SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack, entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 104.200 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **12 neuen Beregnungsteichen** im SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung der Sielbauwerke mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.

- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

	Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
					Anz.	EP ca.	GP ca.
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2] · [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
	Messeinrichtung Salinität				6	25.000,00 €	150.000,00 €
6	Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	117.600 m ³	13.400 m ³	104.200 m ³	12	105.000,00 €	1.260.000,00 €
	Gesamtsumme						1.410.000,00 €

Tabelle 17: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 2-h-Reduzierung, 2. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung während einer 2-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe, bestehend aus dem Bau von Beregnungsteichen und dem Einbau neuer Messvorrichtungen, ergäben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 1,4 Mio. €.

6.4.3 Reduzierung der Sielzugzeit um 4 Stunden

6.4.3.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-2.2 bzw. Abbildung 11 (gelb unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Lühe-Deichsiel Neuenkirchen:

Das Volumendefizit erhöht sich nochmals auf nunmehr $\Delta Q = 146.836 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 294 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v \sim 4,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Höhen

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 90.137 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 146 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hahnöfersand-Ost:

Erstmals ist ein Volumendefizit von $\Delta Q = 228.665 \text{ m}^3$ zu verzeichnen.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 146 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ (gilt für WaBoV Jork-Borstel-Ladekop) bzw. $360 \text{ m}^3/\text{ha}$ (gilt für SV Königreich-Westmoorende) von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

Die beschriebenen Defizite (Abflussleistung und Fließgeschwindigkeit) ließen sich bei gleichzeitiger Nutzung des Sielbauwerks Hahnöfersand-West für die Zuwässerung in die Borsteler Binnenelbe erheblich reduzieren.

- Deichsiel Großes Brack:

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 156.227 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 244 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind nur geringfügig erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hinterbrack:

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 130.167 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 465 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 4,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Este-Deichsiel Moorende:

Ein Volumendefizit ergibt sich noch nicht.

Leicht überhöhte Fließgeschwindigkeiten treten bereits bei nicht reduzierter Sielzugzeit auf; diese erhöhen sich gegenüber dem Ist-Zustand bei reduzierten Sielzugzeiten nur geringfügig. Strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

6.4.3.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 4-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 5.1 – Maßnahmenplanung 2. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf $V_s = 470 \text{ m}^3/\text{ha}$ im Verbandsgebiet des SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack, entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 118.200 \text{ m}^3$ Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **13 neuen Beregnungsteichen** im SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Ausstattung der Sielbauwerke mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_s	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtung Salinität				6	25.000,00 €	150.000,00 €
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	131.600 m ³	13.400 m ³	118.200 m ³	13	120.000,00 €	1.560.000,00 €
Gesamtsumme						1.710.000,00 €

Tabelle 18: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 4-h-Reduzierung, 2. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung während einer 2-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe, bestehend aus dem Bau von Beregnungsteichen und dem Einbau neuer Messvorrichtungen, ergäben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 1,7 Mio. €.

6.4.4 Reduzierung der Sielzugzeit um 6 Stunden

6.4.4.1 Defizitanalyse

Die Rechenergebnisse laut Anhang B-2.2 bzw. Abbildung 11 (orange unterlegte Zeile) werden wie folgt analysiert und bewertet:

- Deichsiel Neuenschleuse:
Ein Volumendefizit ergibt sich nicht.
Erstmalig treten leicht überhöhte Fließgeschwindigkeiten auf; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind angesichts der relativ geringen Erhöhung nicht zu erwarten.
- Lühe-Deichsiel Neuenkirchen:
Das Volumendefizit erhöht sich nochmals auf nunmehr $\Delta Q = 180.564 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 361 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v \sim 4,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Lühe-Deichsiel Höhen

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 172.517 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 279 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 420 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 3,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hahnöfersand-Ost:

Das Volumendefizit erhöht sich deutlich auf nunmehr $\Delta Q = 523.049 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 291 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich.

Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ (gilt für Wa-BoV Jork-Borstel-Ladekop) reicht demnach nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $360 \text{ m}^3/\text{ha}$ (gilt für SV Königreich-Westmoorende) von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 4,5 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

Die beschriebenen Defizite (Abflussleistung und Fließgeschwindigkeit) ließen sich bei gleichzeitiger Nutzung des Sielbauwerks Hahnöfersand-West für die Zuwässerung in die Borsteler Binnenelbe erheblich reduzieren.

- Deichsiel Borstel / Borsteler Binnenelbe:

Ein Volumendefizit ergibt sich nicht.

Erstmalig treten leicht überhöhte Fließgeschwindigkeiten auf; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind angesichts der relativ geringen Erhöhung nicht zu erwarten.

- Deichsiel Großes Brack:

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 211.628 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 331 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf sind nur geringfügig erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Deichsiel Hinterbrack:

Das Volumendefizit hat sich auf nunmehr $\Delta Q = 142.069 \text{ m}^3$ erhöht.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 507 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$ reicht demnach bei weitem nicht aus, das Volumendefizit wird nur unzureichend kompensiert.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 6,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

- Este-Deichsiel Moorende:

Erstmalig ergibt sich ein geringes Volumendefizit von $\Delta Q = 86.234 \text{ m}^3$.

Zur Kompensation ist ein spezifisches Speichervolumen von $V_S = 135 \text{ m}^3/\text{ha}$ erforderlich. Sofern das verbandsseitig geforderte, spezifische Speichervolumen von $V_S = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$ von den Einzelbetrieben dezentral vorgehalten wird, gilt das Defizit als ausgeglichen.

Die errechneten Fließgeschwindigkeiten im Siellauf von $v > 2,0 \text{ m/s}$ beziehen sich auf den theoretisch erforderlichen Durchfluss. Da die tatsächlich vorhandene Abflussleistung jedoch geringer ist und auch nicht künstlich gesteigert werden kann, sind die Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand nicht erhöht; strömungsbedingte Schäden am Bauwerk sind nicht zu erwarten.

6.4.4.2 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der 6-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme wären erforderlich (siehe Anlage 5.1 – Maßnahmenplanung 2. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 300 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Verbandsgebiet des Wasser- und Bodenverbandes Jork-Borstel-Ladekop, entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 212.600 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **36 neuen Beregnungsteichen** im WaBoV Jork-Borstel-Ladekop (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.
- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf **$V_S = 510 \text{ m}^3/\text{ha}$** im Verbandsgebiet des SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack, entsprechend einem Neubedarf von rd. **$V = 129.400 \text{ m}^3$** Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Dies entspricht der Herstellung von rd. **13 neuen Beregnungsteichen** im SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.

- Ausstattung aller Sielbauwerke mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V_S	Berechnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] · [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtungen Salinität				8	25.000,00 €	200.000,00 €
4 Elbdeichsiel Hahnöfersand-Ost (S13) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop	348.000 m ³	135.396 m ³	212.604 m ³	36	75.000,00 €	2.700.000,00 €
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	142.800 m ³	13.400 m ³	129.400 m ³	13	125.000,00 €	1.625.000,00 €
Gesamtsumme						4.525.000,00 €

Tabelle 19: Schätzkosten Maßnahmenkatalog 6-h-Reduzierung, 2. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung während einer 6-stündigen Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe, bestehend aus dem Bau von Berechnungsteichen und dem Einbau neuer Messvorrichtungen, ergäben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von rd. 4,5 Mio. €.

6.4.5 Wassertransport in den Hauptgewässern

Was den weiteren Wassertransport über die Hauptwettern und Gräben angeht, wird wiederum auf die Rahmenentwürfe zur Frostschtzberegnung verwiesen. Darin wurden für jedes Verbandsgebiet hydraulische Nachweise der Abflussleistung und des erforderlichen Wasserspiegelliniengefälles der jeweiligen Hauptgewässer erbracht. Ausgegangen wurde dabei nicht von der benötigten Durchflussmenge für die Beregnung – die sich unter der Annahme einer reduzierten Sielzugzeit vergrößert – sondern von der vorhandenen, maximalen Abflussleistung des jeweiligen Deichsiels. Wie bereits erläutert, ergibt sich diese rein physikalisch aus den jeweiligen Wasserstandsverhältnissen während des „kritischen“ Tideverlaufes und dem Sielquerschnitt. Folglich lässt sich diese Abflussleistung nicht künstlich steigern; laut Aufgabenstellung nimmt sie bei verkürzten Sielzugzeiten sogar ab (vgl. Anhang B-2, Spalte 8).

Insofern tritt gegenüber den damaligen Ausgangsdaten keine Veränderung des maßgebenden Gewässerdurchflusses ein. Selbst wenn die benötigte Durchflussmenge bei reduzierten Sielzugzeiten deutlich größer ist als die maximale Abflussleistung des Deichsiels, kann nicht mehr als eben diese Abflussleistung an das Gewässer weitergegeben werden. Aufgrund dieses Sachverhalts muss der hydraulische Nachweis des weiteren Wassertransports für veränderte Sielzugzeiten nicht erneut geführt werden.

Nach den durchgeführten, hydraulischen Gewässernachweisen aus den Rahmenentwürfen sind die Hauptgewässer ganz überwiegend in der Lage, die verfügbaren Wassermengen schadlos in die Beregnungsfläche hinein zu transportieren und sie dort zu verteilen. So wurde lediglich für die Neuenschleusener Wettern und die Neuenschleuse-Wischer-Wettern eine Sohl- bzw. Grundräumung gefordert. Ferner sollten mehrere Gräben III. Ordnung im WaBoV Neuenschleuse-Wisch und im Vorschleusenverband Neuenkirchen verbreitert bzw. ausgebaut werden; im gleichen Zusammenhang wurde auch die Vergrößerung verschiedener Rohrdurchlässe empfohlen, was bislang noch nicht umgesetzt wurde. Die geforderten Gewässerausbauten werden mittelfristig unerlässlich sein, möchte man die Versorgungssicherheit nicht gefährden.

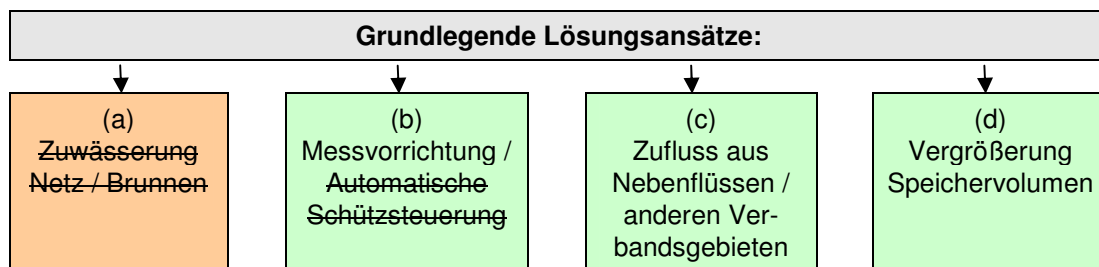
6.5 Worst-Case-Szenario – Unterbrochene Wasserentnahme aus der Elbe

6.5.1 Bewertung grundlegender Lösungsansätze

Bei den nachfolgenden Worst-Case-Betrachtungen wird unterstellt, dass die Wasserentnahme aus der Elbe aufgrund zu hoher Salzgehalte vollständig zum Erliegen kommt. Ein solches Szenario ist denkbar unwahrscheinlich, dennoch sollen planerische Lösungsmöglichkeiten auch hierfür gefunden werden.

In Anlehnung an die unter Kapitel 3 genannten, grundlegenden Lösungsansätze werden an dieser Stelle die Möglichkeiten zur alternativen Wasserbereitstellung in der 2. Meile Alten Landes kurz bewertet. Daran anschließend wird die geeignete Maßnahmenkombination näher erläutert und dargestellt.

Zusammenfassend ergibt sich die Einschätzung und Bewertung wie folgt:



Wie auch in der 1. Meile stellt die Zuwässerung über das kommunale Wasserversorgungsnetz oder auch durch eigene Versorgungsbrunnen angesichts der immensen Wasserbedarfe keine ernsthafte Alternative dar (Alternative a). Im Vergleich beträgt die jährliche Abgabemenge des Trinkwasserverbandes Stader Land insgesamt rd. 7,3 Mio. m³/a (veröffentlicht im Internet unter www.twv-staderland.de); unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen wird bei der Frostschutzberechnung demnach in einer Nacht etwa ein Drittel der Jahrestrinkwassermenge des ganzen Landkreises (ohne die Städte Buxtehude und Stade) verbraucht. Einen solchen Bedarf könnte das öffentliche Wasserversorgungsnetz in so kurzer Zeit nicht ansatzweise decken.

Setzt man voraus, dass eine Wasserentnahme aus der Elbe unmöglich ist, muss das Potenzial der Nebenflüsse Lühe und Este optimal genutzt werden. Zusätzliche Entnahmepunkte aus diesen beiden Flüssen könnten prinzipiell zu einer Verbesserung der Zuwässerung in Quantität und insbesondere Qualität beitragen (Alternative c). Allerdings stellt die Zuwässerung aus den Nebenflüssen Lühe und Este keine alleinige Lösung des Problems dar, wie die weiterführenden Betrachtungen zeigen werden. Beide Flüsse führen aus ihrem Einzugsgebiet nicht genügend Wasser ab, um den Gesamtbedarf zu decken. Zudem muss berücksichtigt werden, dass sowohl aus hydrologischen als auch aus ökologischen Gründen nicht der gesamte Abfluss der Nebenflüsse für die Frostschutzberechnung umgeleitet werden kann. Gleichwohl stellen die Nebenflüsse die einzige Möglichkeit dar, den Obstanbaugebieten Wasser in optimaler (Süß-) Wasserqualität zuzuführen, so dass dieser Ansatz in modifizierter Form zweifelsohne in die weiterführenden Überlegungen eingehen muss.

Mit der Wasserentnahme aus den Nebenflüssen Lühe und Este geht automatisch die Zuwässerung aus den südlich anliegenden Verbandsgebieten einher. Faktisch würde dort anfallendes Oberflächenwasser bei einer Wasserentnahme aus den Nebenflüssen mitgenutzt werden, da die südlichen Verbände die genannten Nebenflüsse als ihre Hauptvorfluter nutzen. Überschüssiges Oberflächenwasser wird hier in die Nebenflüsse abgeleitet und käme damit indirekt der Frostschutzberechnung in der 2. Meile zugute (Alternative c).

Da die Entnahmepunkte, d.h. die vorhandenen Elbdeichsiele der 2. Meile, bereits leicht oberhalb der mittleren Brackwassergrenze liegen, wäre durch eine zielgerichtete Steuerung der Sielbauwerke in Abhängigkeit von den Salzgehalten der Elbe eine Optimierung der Wasserversorgung möglich. Da die Nebenflüsse nicht genug Wasser führen, können die benötigten Wassermengen für die Frostschutzberegnung allein über die Elbe in kürzester Zeit zugeleitet werden. Folglich sollte auch bei diesem Szenario die Wasserentnahme aus der Elbe nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Um der Aufgabenstellung dennoch ausreichend Rechnung zu tragen, wird der Entnahmezeitpunkt planerisch vom Beregnungszeitpunkt entkoppelt, d.h. die Zuwässerung während der Frostschutzberegnung wird ausgeschlossen. Die Speisung der Beregnungsteiche könnte allerdings sehr frühzeitig zu einem Zeitpunkt erfolgen, wenn die Qualität des Elbwassers hierfür geeignet ist. Um die Salinität feststellen zu können, ist als technische Voraussetzung an allen Zulaufbauwerken eine entsprechende Messeinrichtung zu fordern (Alternative b).

Wesentliches Element einer alternativen Wasserbereitstellung in der 2. Meile Alten Landes dürfte demnach die Vergrößerung der Speicherräume sein (Alternative d). Dieser Lösungsansatz ist insbesondere für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte alternativlos, wenn noch kein Rückfluss in die offenen Gewässersysteme eingesetzt hat und die Speicherräume nicht ausreichend wieder gefüllt werden können. Reicht das Speichervolumen von vornherein für zwei Nächte aus, bleibt man unabhängig von einer Zuwässerung aus der Elbe, und auch längere Zeiträume mit erhöhten Salzgehalten können problemlos überbrückt werden. Durch eine rechtzeitige, kontinuierliche Befüllung der vergrößerten, dezentral oder auch zentral angeordneten Speicherräume mit qualitativ geeignetem Wasser ist die Wasserversorgung des Obstanbaugebietes sichergestellt. Andere Lösungsansätze können diese Versorgungssicherheit offensichtlich nicht bieten.

6.5.2 Beschreibung der gewählten Maßnahmenkombination

Da nicht einer der vorgenannten Ansätze allein für die Lösung des Gesamtproblems in Frage kommt, muss eine geeignete Kombination aus verschiedenen Maßnahmen gefunden werden, die eine realisierbare Alternative zur bisherigen Wasserbereitstellung aus der Elbe darstellt. Empfohlen wird eine Kombination aus den Einzelmaßnahmen

- Messvorrichtung (Salinität) an den Sielbauwerken,
- Wasserentnahme aus den Nebenflüssen und
- Vergrößerung des Speichervolumens.

Zur Wasserentnahme stehen derzeit nur die Elbe und die Nebenflüsse im tidebeeinflussten Bereich zur Verfügung. Da für die Zukunft Bedenken in Hinblick auf die qualitative Nutzbarkeit des Elbwassers bestehen, sollte die Befüllung der vergrößerten Speicherräume idealer Weise aus dem nicht bzw. nur bedingt tidebeeinflussten Oberlauf der Nebenflüsse erfolgen. Dazu müssen neue Entnahmestellen eingerichtet und neue Gewässer hergestellt werden, die das qualitativ geeignete Süßwasser aus den Oberläufen von Lühe und Este in das Obstanbaugebiet hinein transportieren.

Die neuen Transportgewässer müssen hydraulisch ausreichend dimensioniert werden, damit sich bei den vorherrschenden topografischen Verhältnissen – mit weitgehend fehlendem Sohlgefälle – ein ausreichend großes Wasserspiegelliniengefälle einstellen kann, ohne dass es zu Ausuferungen kommt bzw. die Durchflussleistung zu gering ist. Allerdings ist das Wasserdargebot der Nebenflüsse begrenzt, wie die hydraulischen Berechnungen unter Kapitel 6.5.3 zeigen werden. Sofern mit der Wasserzuführung rechtzeitig mehrere Tage oder Wochen vor Beregnungsbeginn begonnen wird, reicht das Wasser-

dargebot zur einmaligen Befüllung der Speicherräume allemal aus. Allerdings könnte der Wasserbedarf einer Beregnungsnacht am Folgetag per Zulauf aus den Nebenflüssen nicht annähernd ersetzt werden.

Für die zweite aufeinanderfolgende Beregnungsnacht muss daher ein ausreichend großes Speichervolumen vorgehalten werden, damit es nicht zu Defiziten bei der Versorgung kommt. Geplant ist der Bau neuer bzw. die Erweiterung vorhandener dezentraler Beregnungsteiche, die der jeweilige Eigentümer privat betreibt und unterhält. Bemessen wird das benötigte Wasservolumen für eine Beregnung über zwei Nächte, d.h. über $2 \times 14 = 28$ Stunden. Auf diese Bemessungsgröße hin ist das erforderliche Speichervolumen je nach Betriebsgröße zu ermitteln. Für die dritte Beregnungsnacht kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass ein Großteil des verregneten Wassers durch den Rücklauf aus den Entwässerungssystemen wieder zur Verfügung steht, so dass kein zusätzliches Wasser von außen zugeführt werden muss.

Da das ermittelte Speichervolumen unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen so groß ist, dass es aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht ausschließlich dezentral, d.h. innerhalb der Obstanbaubetriebe, bereitgestellt werden kann, wurden ergänzend zu den dezentralen Beregnungsteichen und in Abstimmung mit dem Landkreis Stade als Untere Wasserbehörde mehrere abgegrenzte Landschaftsräume als mögliche zentrale Speicherräume angedacht. Die dafür in Aussicht genommenen Flächen befinden sich nördlich der Autobahntrasse der A 26. Sie liegen verhältnismäßig niedrig, werden landwirtschaftlich noch nicht so intensiv bewirtschaftet und stünden für einen zeitweiligen Einstau aus wasserwirtschaftlicher Sicht prinzipiell zur Verfügung. Voraussetzung ist die erdbauliche Einfassung der Flächen in Form einer niedrigen Verwallung sowie die Herstellung der notwendigen Zu- und Ablaufeinrichtungen inklusive der Gewässer. Ein künstlicher Abtrag des Geländes ist nicht vorgesehen. Innerhalb dieser Flächen muss etwa 40% des benötigten Beregnungswassers gespeichert werden.

Einschränkend sei erwähnt, dass sich die Flächen in Privatbesitz befinden, weshalb sie nicht ohne Weiteres verfügbar sein dürften. Eine kurzfristige Umsetzung der Planungen scheint daher unrealistisch. Ferner sind die naturschutzfachlichen Auswirkungen eines zeitweiligen Einstaus dieser Flächen sowie die ggf. daraus resultierenden Kompensationsmaßnahmen im Rahmen weiterführender Planungen zu prüfen und festzulegen. Allerdings bietet eine großflächige Vernässung von landwirtschaftlichen Nutzflächen durchaus auch ein ökologisches Aufwertungspotenzial, so dass sich bei einer ansprechenden Gestaltung und bei einem umweltverträglich zeitgesteuerten Wassermanagement positive Effekte auf Flora und Fauna ergeben könnten.

Nachfolgend werden die Einzelkomponenten dieser Maßnahmenkombination hydraulisch dimensioniert und planerisch dargestellt. Um die komplexen Zusammenhänge besser verständlich zu machen, wird das Wassermanagement abschließend anhand eines typischen 20-ha-Obstanbaubetriebes exemplarisch beschrieben.

6.5.3 Wasserdargebot der Nebenflüsse

Nach dem Berichten des Niedersächsischen Umweltministeriums zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (veröffentlicht im Internet unter www.wasserblick.net) lauten die Einzugsgebiete und die Gewässerkundlichen Hauptwerte von Lühe und Este wie folgt:

- Lühe, tidefrei: $A_E = 158,51 \text{ km}^2$

$MNq = 3,1 \text{ l/sxkm}^2$	$\Rightarrow MNQ = 0,491 \text{ m}^3/\text{s}$
$Mq = 9,9 \text{ l/sxkm}^2$	$\Rightarrow MQ = 1,569 \text{ m}^3/\text{s}$
$MHq = 92,0 \text{ l/sxkm}^2$	$\Rightarrow MHQ = 14,583 \text{ m}^3/\text{s}$

- Este, tidefrei: $AE = 303,88 \text{ km}^2$
 $MNq = 5,6 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MNQ = 1,702 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Mq = 9,5 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MQ = 2,887 \text{ m}^3/\text{s}$
 $MHq = 42,4 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MHQ = 12,884 \text{ m}^3/\text{s}$

Zusätzlich zu den angegebenen, tidefreien Einzugsgebieten verfügen die Nebenflüsse über tidebeeinflusste Einzugsflächen von jeweils rd. 15 km^2 Größe, die jedoch nicht in die Berechnungen zur Zuführung von salzfreiem Wasser eingehen.

Da die Lühe auch zur Wasserbereitstellung in der 2. Meile herangezogen wird, reduziert sich das Wasserdargebot entsprechend. Überschlägig wird eine 50%-ige Aufteilung des Lühe-Abflusses auf die 1. und die 2. Meile angesetzt. Des Weiteren darf aus ökologischen Gründen nicht der komplette Abfluss für die Frostschutzberechnung abgeleitet werden. Da der Niedrigwasserabfluss der Este vergleichsweise hoch ist, wird hier ein verfügbarer Anteil von lediglich 50% des Gesamtabflusses angesetzt. Der 50%-ige Restabfluss entspricht somit in etwa dem Niedrigwasserabfluss MNQ, welcher zur Aufrechterhaltung der Gewässerökologie nicht wesentlich unterschritten werden sollte.

Folglich beträgt der für die 2. Meile verfügbare, mittlere Abfluss MQ der beiden Nebenflüsse:

$$MQ = \frac{1}{2} \times 1,569 + 2,887 = 3,672 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\underline{MQ}_{\text{verfügbar}} = 3,672 \times 50\% = \underline{1,836 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$<< \text{ erf. } Q_d = 19,44 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Ist 2010)}$$

$$<< \text{ erf. } Q_d = 28,52 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Soll ~1990)}$$

$$<< \text{ erf. } Q_d = 33,91 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Soll 2010)}$$

Wie die Berechnungsergebnisse zeigen, reicht das Wasserdargebot der Nebenflüsse Lühe und Este bei weitem nicht aus, um den Tagesbedarf der 2. Meile zu decken. Dennoch kann der Zulauf weitgehend tideunabhängig und damit kontinuierlich über den gesamten Berechnungszeitraum erfolgen, was die Maßnahme vorteilhaft erscheinen lässt.

Höhere Abflüsse als MQ sind zum Zeitpunkt der Frostschutzberechnung nicht zu erwarten, weil die klimatischen Rahmenbedingungen zu konträr sind. Bei Nachtfrost im Frühjahr herrschen meist Ostwindwetterlagen mit trockener Kontinentalluft vor, während höheren Gebietsabflüssen längere, feuchte Niederschlagsperioden vorangehen müssen. Demnach können auch keine höheren Abflussmengen für die Zuwässerung angenommen werden.

Zusammengefasst muss die Zuwässerung aus den Nebenflüssen durch andere, geeignete Maßnahmen ergänzt werden.

6.5.4 Vergrößerung dezentraler Speicherräume / Beregnungsteiche

Da die Wasserzuführung über die Nebenflüsse allein nicht ausreicht, muss der Wasserbedarf möglichst dezentral in der Obstanbaufläche gespeichert und zur Verfügung gestellt werden.

Vorteil dieses Lösungsansatzes ist die vollständige Unabhängigkeit von Wasserzuläufen aus der Elbe. Weder die Tideverhältnisse noch die Salzgehalte des Elbwassers würden in diesem Fall die Frostschutzberechnung gefährden. Die Schaffung von ausreichendem Speicherraum in privaten Beregnungs-

teichen stellt demnach eine nachhaltige und zukunftsweisende Alternative für die Wasserbereitstellung dar.

2. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell (Ist 2010)	Zukünftiger Wasserbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Gesamt Wasserbedarf Q_d	1.680.000 m ³ /d	2.464.000 m ³ /d	2.929.920 m ³ /d
Wasserbedarf 2 Nächte	3.360.000 m ³ /2d	4.928.000 m ³ /2d	5.859.840 m ³ /2d
abzgl. Zulauf MQ über die Nebenflüsse	1,836 m ³ /s x 3.600 x 48 = 317.261 m ³ /d	1,836 m ³ /s x 3.600 x 48 = 317.261 m ³ /d	1,836 m ³ /s x 3.600 x 48 = 317.261 m ³ /d
Speicherbedarf 2 Nächte	3.042.739 m³	4.610.739 m³	5.542.579 m³
Ist – Speichervolumen (LK)	754.696 m ³	754.696 m ³	754.696 m ³
Flächenbedarf dezentrale Beregnungsteiche (t = 3 m)	rd. 125 ha (Faktor 2,5)	rd. 185 ha (Faktor 2,5)	rd. 225 ha (Faktor 2,5)
Beregnungsfläche	3.000 ha	4.400 ha	5.232 ha
Anteil Beregnungsfläche	rd. 4,2 %	rd. 4,2 %	rd. 4,3 %

Tabelle 20: Gesamt-Speicherbedarf in der 2. Meile Alten Landes

In Anbetracht des fehlenden Rücklaufs nach der ersten Beregnungsnacht sollte das Speichervolumen gleich für zwei Nächte eingerichtet werden. Abzüglich des möglichen Zulaufs über die Nebenflüsse - angesetzt wurde das vorstehend ermittelte, verfügbare MQ - ergibt sich der in Tabelle 20 angegebene Speicherbedarf in der 2. Meile.

Das spezifische Speichervolumen reduziert sich bei gleichzeitigem Zulauf aus den Nebenflüssen wie folgt (heutige Situation):

Result. Speichervolumen: $V_s = 4.610.739 \text{ m}^3 / 4.400 \text{ ha} = 1.047,9 \text{ m}^3/\text{ha}$

Wie die grobe Flächenbedarfsabschätzung in den unteren Tabellenzeilen zeigt, liegt der erforderliche Anteil des Speicherraums an der Beregnungsfläche (bei einer angenommenen Teichtiefe von 3 m) in einer Größenordnung von knapp über 4 %. Bei einer durchschnittlichen Betriebsgröße von rd. 20 ha würde dies einer Teichfläche von z.B. $A = 100 \times 84 = 8.400 \text{ m}^2 = 0,84 \text{ ha}$ entsprechen.

Nach Ansicht der Obstbauversuchsanstalt Jork wäre der damit einher gehende Verlust an Obstanbaufläche für die einzelnen Betriebe zu groß und nicht akzeptabel. Zwar träte eine unmittelbare Existenzgefährdung erst bei einem Flächenverlust von über 10% ein, betriebswirtschaftlich sei die Vergrößerung der Speicherräume auf ein Maß von 4% der Anbaufläche jedoch nicht vertretbar. Zu große Gewinneinbußen und mangelnde Zukunftsperspektiven könnten den Obstanbau in der Region langfristig gefährden.

Seitens der Obstbauversuchsanstalt wird eine maximale Flächeninanspruchnahme für den Ausbau der Speicherräume in Höhe von etwa 2,5% der Obstanbaufläche gebilligt.

Sofern man dieser Forderung stattgibt, ergäbe sich unter den genannten Voraussetzungen folgendes Gesamtbild:

2. Meile Alten Landes	Wasserbedarf aktuell (Ist 2010)	Zukünftiger Wasserbedarf laut Rahmenentwurf (Soll ~1990)	Fortschreibung zukünftiger Wasserbedarf (Soll 2010)
Beregnungsfläche	3.000 ha	4.400 ha	5.232 ha
Anteil Speicherraum an Be- regnungsfläche	max. 2,5 %	max. 2,5 %	max. 2,5 %
Flächenanteil Speicherraum	rd. 75 ha	rd. 110 ha	rd. 131 ha
Dezentrales Speichervolu- men bei t = 3 m	rd. 1.875.000 m³	rd. 2.750.000 m³	rd. 3.275.000 m³
Speicherbedarf 2 Nächte	3.042.739 m ³	4.610.739 m ³	5.542.579 m ³
Volumendefizit ΔV	1.167.739 m ³	1.860.739 m ³	2.267.579 m ³

Tabelle 21: Dezentrales Speichervolumen (2,5% der Anbaufläche) in der 2. Meile

Unter der Vorgabe, dass maximal 2,5% der Obstanbaufläche für die Herstellung oder die Vergrößerung von Frostschtzberegnungsteichen in Anspruch genommen werden dürfen, können für den zukünftigen Wasserbedarf etwa 2,75 Mio. m³ dezentrales Speichervolumen in der 2. Meile bereitgestellt werden.

Das spezifische Speichervolumen für 2 Nächte ergibt sich unter diesen Vorgaben wie folgt:

$$\text{Result. Speichervolumen: } V_s = 2.750.000 \text{ m}^3 / 4.400 \text{ ha} = 625 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Das errechnete Volumendefizit von etwa 1,86 Mio. m³ müsste unter diesen Voraussetzungen anderweitig, beispielsweise in zentralen Speicherräumen, bereitgestellt werden.

6.5.5 Einrichtung zentraler Speicherräume

Grundlage der folgenden Ausführungen und Berechnungen zur Einrichtung zentraler Speicherräume sind ausschließlich die zukünftigen Beregnungsflächen und -mengen laut Rahmenentwurf. Davon abweichende Flächenansätze wurden in diesem Zusammenhang nicht untersucht.

Sofern das Volumendefizit von rd. $\Delta V = 1.860.750 \text{ m}^3$ nicht dezentral eingerichtet werden kann, müssen ergänzend zentrale Speicherräume geschaffen werden. Dazu wurden drei potenziell geeignete Suchräume identifiziert, die jeweils nördlich an der Trasse der Autobahn A 26 zwischen Horneburg und Buxtehude liegen. Zwei Suchräume befinden sich in der 2. Meile, und zwar zum einen im Verbandsgebiet des Neuenkirchener Vorschleusenverbandes und zum anderen im Grenzbereich zwischen dem SV Königreich-Westmoorende und dem WaBoV Buxtehude-Neuland. Der östlichste der drei Suchräume liegt bereits in der 3. Meile, und zwar im Verbandsgebiet des Wasser- und Bodenverbandes Buxtehude-Rübke. Die Lage und Abgrenzung der Flächen ist in der Anlage 5.2 (Maßnahmenplan 2. Meile) dargestellt. Es handelt sich um landwirtschaftliche Nutzflächen, auf denen der Obstanbau bislang noch nicht intensiviert wurde.

Auf der Gesamtfläche der drei Suchräume von rd. $A_{ZSR} = 100 + 145 + 90 = 335 \text{ ha}$ ließe sich aufgrund des niedrigen Geländeniveaus von deutlich unter NN eine sehr große Wassermenge speichern. Geht man von einem mittleren Geländeniveau von NN -0,50 m (SR1 und SR2) bzw. NN $\pm 0,00 \text{ m}$ (ZSR3; vgl. Geländehöhenplan, Anlage 5.3) und einem maximalen Stauwasserstand von NN +0,50 m aus, ergibt

sich überschlägig ein Speichervolumen von rd. 2,9 Mio. m³ in den drei Flächen. Das tatsächlich benötigte Speichervolumen von rd. 1,86 Mio. m³ würde bei dieser Ausdehnung lediglich eine Wassertiefe von $\Delta t_s = \text{rd. } 0,7 \text{ m}$ (= NN +0,20 m) erfordern.

Insofern ist eine Flächenreduzierung der Speicherräume angezeigt, damit der angestrebte Stauwasserstand von NN +0,50 m nicht unterschritten wird; dieser wiederum ist erforderlich, um das gespeicherte Wasser im natürlichen Gefälle in das Obstanbaugebiet ableiten zu können. Für die Speicherräume selbst wäre somit eine Nettofläche von rd. $142 + 90 = 231 \text{ ha}$ ausreichend, wobei sich die Aufteilung so ergibt, dass der weitgehend ungenutzte Speicherraum 3 mit einer Gesamtfläche von 90 ha angesetzt werden kann und sich die Speicherräume 1 und 2 je nach Flächenverfügbarkeit auf einer Fläche von insgesamt 141 ha verteilen. Demnach ergibt sich das erzielbare Speichervolumen wie folgt:

- Zentraler Speicherraum 1: $A = 71 \text{ ha}$, $\Delta t_s = \text{rd. } 1,0 \text{ m}$ $\Rightarrow V_s \approx 710.000 \text{ m}^3$
 - Zentraler Speicherraum 2: $A = 70 \text{ ha}$, $\Delta t_s = \text{rd. } 1,0 \text{ m}$ $\Rightarrow V_s \approx 700.000 \text{ m}^3$
 - Zentraler Speicherraum 3: $A = 90 \text{ ha}$, $\Delta t_s = \text{rd. } 0,5 \text{ m}$ $\Rightarrow V_s \approx 450.000 \text{ m}^3$
- ges. $V_s = 1.860.000 \text{ m}^3$

Um den Wasserstand überall halten zu können, ist in Teilbereichen eine niedrige, optisch im Gelände kaum wahrnehmbare Verwallung anzulegen, die schützenswerte Flächen vor Überflutungen schützt. Die Oberkante der Verwallung soll mit NN +0,50 m dem angestrebten Stauziel im Speicherraum entsprechen. Zudem müssen entsprechende Zulaufgewässer und Entnahmebauwerke neu hergestellt werden.

Der angestrebte Speicherwasserstand ließe sich nur durch rechtzeitige Befüllung über Lühe und Este einstellen. Um salzfreies Wasser garantieren zu können, sind die beiden Sperrwerke an der Elbe während der Füllzeit möglichst geschlossen zu halten, so dass dem Speicherraum ausschließlich Süßwasser aus dem Oberlauf der Nebenflüsse zufließt. Gleichzeitig wird durch diese Maßnahme der Tideeinfluss aufgehoben, so dass der Zulauf in den Speicherraum aufgrund der dann künstlich angehobenen Wasserstände in den Nebenflüssen im natürlichen Gefälle erfolgen kann. Allerdings ist das Schließen der Stemmtore aus statischen Gründen nur bis ca. 1 m Binnenwasserdruck möglich; zudem muss die Binnenentwässerung gesichert bleiben. Diesbezüglich müssen genauere Prüfungen noch erfolgen.

Bei einem nutzbaren Zufluss von $MQ = 1,836 \text{ m}^3/\text{s}$ aus Lühe und Este beträgt die Füllzeit der zentralen Speicherräume:

$$t = 1.860.750 \text{ m}^3 / 1,836 \text{ m}^3/\text{s} = 1.013.480 \text{ s} = 282 \text{ h} = \text{rd. } 12 \text{ Tage}$$

Mit der Befüllung der zentralen Speicherräume sollte demnach mindestens 2 Wochen vor Beginn der Frostschutzberegnungsperiode begonnen werden.

6.5.5.1 Speicherraum 1 - Zulauf von der Lühe

Von der Lühe aus wäre lediglich der geplante Speicherraum 1 im Neuenkirchener Vorschleusenverband erreichbar. Um die rd. 1,7 km entfernt verlaufende Lühe an diesen zentralen Speicherraum anzubinden, ist ein entsprechend langes Zulaufgewässer erforderlich. Unterhalb von Horneburg wird ein Sielbauwerk an der Lühe erstellt, das in die unmittelbar nördlich der Autobahntrasse verlaufende, neu geplante „Zulaufwettern“ übergeht. Am Beginn der Zulaufwettern ist die Kreisstraße K 36 per Durchlass zu kreuzen. Östlich der Neuenschleusener Wettern läuft die Zulaufwettern dann frei in den Speicherraum aus. Da die Lühe bei Horneburg noch unter Tideeinfluss liegt, stehen die benötigten Wasserstände zur Befüllung des Speicherraums nicht kontinuierlich zur Verfügung.

Im Detail bleibt die Konstruktion und bautechnische Ausführung des Entnahmebauwerks und des weiterführenden Zulaufs in den zentralen Speicherraum 1 weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

Überschlägig ist das Entnahmebauwerk wie folgt zu dimensionieren (Bemessung „Durchfluss unter Schütz“ siehe Anhang D-1.1):

Durchfluss $Q = MQ_{\text{Lühe, verfügbar}}$	$= \frac{1}{2} \times 1,569 \times 50\% = 0,392 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstand Lühe, MW (Tidezone)	$= \text{NN } +0,95 \text{ m}$ (Pegel Horneburg)
OKG zentraler Speicherraum	$= \text{NN } -0,25 \text{ m}$ (abnehmend bis unter NN -0,50 m)
Stauwasserstand Speicherraum	$= \text{max. NN } +0,50 \text{ m}$ (i.M. NN +0,25 m)
Gewählte Abmessungen B / H:	$= 0,60 / 0,60 \text{ m}$ (oder vergleichbarer Kreisquerschnitt)
Erf. Öffnungshöhe a (Hubschütz)	$= 0,21 \text{ m}$

Danach wäre ein Rahmendurchlass B / H = 0,60 / 0,60 m hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Zulaufmenge von $Q = 0,392 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung zentraler Speicherraum 1 abzuleiten. Die unterströmte Hubschützanlage zur Regulierung des Durchflusses muss dazu um lediglich $a = 0,21 \text{ m}$ angehoben werden; erst bei sich angleichenden Wasserständen wäre eine größere Öffnungshöhe erforderlich.

Für die Zulaufwettern stünde unter diesen Rahmenbedingungen ein hydraulischer Gradient von durchschnittlich $\Delta h = 0,90 - 0,25 = 0,65 \text{ m}$ zur Verfügung. Das damit gleichzusetzende Energieliniengefälle und die hydraulische Dimensionierung des Durchflussquerschnitts lauten wie folgt:

$$I_E = 0,65 / 1.700 = 0,38 \text{ ‰}$$

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \geq 0,392 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Fließformel nach MANNING-STRICKLER})$$

Der k_{St} -Wert wurde mit $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Als hydraulischer Querschnitt wurde zunächst ein Trapezprofil mit folgenden Abmessungen gewählt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang D-2.1):

Gewässertiefe t	$= 1,00 \text{ m}$
Sohlbreite b_{So}	$= 1,50 \text{ m}$
Böschungsneigung	$= 1 : 1,5$
Gesamtbreite b	$= \text{ca. } 4,50 \text{ m}$ (in Abhängigkeit von OKG)
=> Erf. Fließtiefe h	$= 0,62 \text{ m}$

Dieser Querschnitt wurde in iterativen Berechnungsdurchgängen verifiziert. Auf der Grundlage dieser Ausgangsdaten ergibt sich eine erforderliche Fließtiefe von $h = 0,62 \text{ m}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses.

Geht man davon aus, dass die Zulaufwettern beim freien Auslauf in den Speicherraum mit einer Sohltiefe von NN -0,50 m ausgebaut wird, muss der Wasserstand im Anschlussbereich zur Lühe mindestens

$$Wsp = So + h + \Delta h = \text{NN } -0,50 + 0,62 + 0,65 = \text{NN } +0,77 \text{ m}$$

betragen (liegt unterhalb des MW der Lühe, ist damit gewährleistet). Dazu muss die Zulaufwettern mit seitlichen Verwallungen eingefasst werden, die eine Höhe von mindestens NN +1,00 m haben. Um die gewählte Profiltiefe von 1,00 m nicht zu überschreiten, kann die Sohle im Anschlussbereich zur Lühe auf NN ±0,00 m angehoben werden.

Überschlägig wäre die Zulaufwettern unter diesen Rahmenbedingungen hydraulisch ausreichend dimensioniert. Der Zulauf von der Lühe würde nicht nur zur frühzeitigen Befüllung des Speicherraums genutzt, sondern auch zur kontinuierlichen Zuwässerung während der Frostschutzberegnung.

6.5.5.2 Speicherraum 2 - Zulauf von der Este

Von der Este aus sind die geplanten Speicherräume 2 und 3 zu befüllen. Entsprechend der Flächengröße der beiden Speicherräume erfolgt die Aufteilung des Este-Abflusses im Verhältnis von ca. 60 : 40, d.h. auf den Speicherraum 2 entfallen rd. 60% und auf den Speicherraum 3 rd. 40% des verfügbaren Abflusses.

Um die rd. 0,8 km entfernt verlaufende Este an den zentralen Speicherraum 2 anzubinden, wird der vorhandene Westmoorender Schöpfwerkskanal als Zulaufgewässer genutzt und ggf. ausgebaut. Da der Schöpfwerkskanal bislang ausschließlich für die Entwässerung genutzt wird und am Schöpfwerk keine Freiflut vorhanden ist, muss ein neues Sielbauwerk an der Este erstellt werden. Westlich des Wetterweges läuft der Schöpfwerkskanal dann frei in den Speicherraum aus. Da die Este bis Buxtehude noch unter Tideeinfluss liegt, stehen die benötigten Wasserstände nicht kontinuierlich zur Verfügung.

Im Detail bleibt die Konstruktion und bautechnische Ausführung des Entnahmebauwerks und des weiterführenden Zulaufs in den zentralen Speicherraum weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

Überschlägig ist das Entnahmebauwerk wie folgt zu dimensionieren (Bemessung „Durchfluss unter Schütz“ siehe Anhang D-1.2):

Durchfluss $Q = MQ_{\text{Este, verfügbar}}$	= 60% x 2,887 x 50% = 0,866 m ³ /s
Wasserstand Este, MW (Tidezone)	= NN +0,75 m (Pegel Buxtehude)
OKG zentraler Speicherraum	= NN -0,25 m (abnehmend bis unter NN -0,50 m)
Stauwasserstand Speicherraum	= max. NN +0,50 m (i.M. NN +0,25 m)
Gewählte Abmessungen B / H:	= 0,80 / 0,80 m (oder vergleichbarer Kreisquerschnitt)
Erf. Öffnungshöhe a (Hubschütz)	= 0,35 m

Danach wäre ein Rahmendurchlass B / H = 0,80 / 0,80 m hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Zulaufmenge von $Q = 0,866 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung zentraler Speicherraum 2 abzuleiten. Die unterströmte Hubschützenanlage zur Regulierung des Durchflusses muss dazu um lediglich $a = 0,35 \text{ m}$ angehoben werden; erst bei sich angleichenden Wasserständen ist eine größere Öffnungshöhe erforderlich.

Für den Zulauf über den Schöpfwerkskanal stünde unter diesen Rahmenbedingungen ein hydraulischer Gradient von durchschnittlich $\Delta h = 0,75 - 0,25 = 0,50 \text{ m}$ zur Verfügung. Das damit gleichzusetzende Energieliniengefälle und die hydraulische Dimensionierung des Durchflussquerschnitts lauten wie folgt:

$$I_E = 0,50 / 800 = 0,625 \text{ ‰}$$

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \geq 0,866 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Fließformel nach MANNING-STRICKLER})$$

Der k_{St} –Wert wurde mit $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Um den Schöpfwerkskanal hydraulisch nachzuweisen, wurde als hydraulischer Mindestquerschnitt zunächst ein Trapezprofil mit folgenden Abmessungen gewählt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang D-2.2):

Gewässertiefe t	= 1,00 m	
Sohlbreite b_{So}	= 1,50 m	
Böschungsneigung	= 1 : 1,5	
Gesamtbreite b	= ca. 4,50 m	(in Abhängigkeit von OKG)
=> Erf. Fließtiefe h	= 0,82 m	

Dieser Querschnitt wurde in iterativen Berechnungsdurchgängen verifiziert. Auf der Grundlage der Ausgangsdaten ergibt sich eine erforderliche Fließtiefe von $h = 0,82 \text{ m}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses.

Verglichen mit dem vorhandenen Querschnitt des Westmoorender Schöpfwerkskanal ist festzustellen, dass der vorhandene Querschnitt mit rd. 3 m Sohlbreite deutlich größer ist als der hier errechnete Mindestquerschnitt. Demnach ist der Schöpfwerkskanal hydraulisch ausreichend dimensioniert, ein Ausbau oder eine Verbreiterung ist nicht erforderlich.

Der Zulauf von der Este würde nicht nur zur frühzeitigen Befüllung des Speicherraums genutzt, sondern auch zur kontinuierlichen Zuwässerung während der Frostsutzberegnung.

6.5.5.3 Speicherraum 3 - Zulauf von der Este

Nach den vorstehenden Ausführungen entfallen auf den Speicherraum 3 rd. 40% des verfügbaren mittleren Abflusses der Este.

Um den zentralen Speicherraum 3 an die Este anzubinden, ist kein Gewässerausbau erforderlich. Ebenso kann auf den Bau eines neuen Sielbauwerks verzichtet werden, da das vorhandene Schöpfwerk an der Landwettern über einen manuell zu öffnenden Siellauf mit Schwimmerklappe und eine Freiflutöffnung verfügt. Diese ist grundsätzlich für die Bewässerung nutzbar; allerdings müsste das vorhandene Hubschütz technisch instand gesetzt werden. Unterhalb des Schöpfwerks erfolgt dann im natürlichen Gefälle ein freier Auslauf in den Speicherraum. Da die Este bis Buxtehude noch unter Tideeinfluss liegt, stehen die benötigten Wasserstände allerdings nicht kontinuierlich zur Verfügung.

Unter Zugrundelegung der benötigten Durchflussmengen erfolgt hier ein überschlägiger hydraulischer Nachweis der Durchflussleistung an der Freiflutöffnung des Schöpfwerks; der Siellauf selbst weist deutlich größere Abmessungen auf (Bemessung „Durchfluss unter Schütz“ siehe Anhang D-1.2):

Durchfluss $Q = MQ_{\text{Este, verfügbar}}$	= $40\% \times 2,887 \times 50\% = 0,577 \text{ m}^3/\text{s}$	
Wasserstand Este, MW (Tidezone)	= NN +0,75 m	(Pegel Buxtehude)
OKG zentraler Speicherraum	= NN $\pm 0,00 \text{ m}$	(abnehmend bis unter NN -0,50 m)

Zielwasserstand Speicherraum	= max. NN +0,50 m (i.M. NN +0,25 m)
Vorhandene Abmessungen B / H:	= 2,00 / 2,00 m
Erf. Öffnungshöhe a (Hubschütz)	= 0,07 m

Danach ist die vorhandene Freiflutöffnung hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Zulaufmenge von $Q = 0,577 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung zentraler Speicherraum 3 abzuleiten. Die unterströmte Hubschützanlage zur Regulierung des Durchflusses muss dazu um lediglich $a = 0,07 \text{ m}$ angehoben werden.

6.5.5.4 Ablauf und weitere Verteilung in die Obstanbaugebiete

Der Nachweis der weiteren Wasserverteilung im Obstanbaugebiet bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die geplanten Speicherräume an den südlichen Ausläufern der Obstanbaufläche liegen, so dass die Hauptgewässer in entgegen gesetzter Fließrichtung beaufschlagt werden. Im Folgenden wird eine erste Einschätzung der notwendigen Ausbaumaßnahmen vorgenommen.

Während die neu geplanten Sielbauwerke an Lühe und Este auf das verfügbare MQ der Nebenflüsse und damit auf vergleichsweise geringe Durchflussmengen ausgelegt sind, müssen der Ablauf und die weitere Wasserverteilung in die Obstanbauflächen sehr kurzfristig erfolgen. Das Wasser, welches über rd. zwei Wochen in die Speicherräume geflossen ist, muss in einem Zeitraum von lediglich 48 Stunden verfügbar sein. Dies bedingt erheblich größere Durchflussmengen als am Entnahmepunkt.

Da die zentralen Speicherräume nördlich der A 26 liegen, sind für den Zulauf in die Obstanbauflächen keine Durchlässe unter der A 26 erforderlich. Günstigerweise sind die Speicherräume 1 und 2 unmittelbar an die Hauptgewässer der Verbände angebunden, so dass die weitere Wasserverteilung über die bestehenden Systeme erfolgen kann.

Beim Speicherraum 1 kann nach erster Einschätzung auf einen Gewässerausbau der Neuenschleuser Wettern verzichtet werden, weil die dortigen Sohlbreiten zwischen 4,0 und 5,0 m betragen und das Hauptgewässer somit ausreichend dimensioniert sein dürfte.

Beim Speicherraum 2 würde das Wasser über die Königreich-Westmoorender Wettern weiter verteilt. Auch dort kann nach erster Einschätzung auf einen Gewässerausbau verzichtet werden, weil die Sohlbreiten zwischen 3,0 und 4,0 m betragen und das Verteilungsgewässer somit größer dimensioniert ist als der Zulauf über den Schöpfwerkskanal.

Beim Speicherraum 3 ist dagegen ein Gewässerneubau von rd. 900 m Länge erforderlich, um das gespeicherte Wasser in die Moorender-Finkenreicher Wettern und damit in das Verbandsgebiet des EV Estemarsch abzuleiten.

Nachweis Gewässerverbindung Speicherraum 3:

Für die neue Gewässerverbindung steht ein hydraulischer Gradient von $\Delta h = +0,50 - (-0,70) = 1,20 \text{ m}$ zur Verfügung. Das damit gleichzusetzende Energieliniengefälle und die hydraulische Dimensionierung des Durchflussquerschnitts lauten wie folgt:

Energieliniengefälle I_E	= $1,20 \text{ m} / 900 \text{ m} = 1,33 \text{ ‰}$
erf. Durchfluss Q_{ab}	= $450.000 \text{ m}^3 / 48 \text{ h} / 3600 \text{ s/h} = 2,604 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \geq 2,604 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Fließformel nach MANNING-STRICKLER})$$

Für eine überschlägige hydraulische Bemessung wurde der k_{St} –Wert mit $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Als hydraulischer Querschnitt wurde zunächst ein Trapezprofil mit folgenden Abmessungen gewählt (hydraulisches Nachweisblatt siehe Anhang D-2.3):

Gewässertiefe t	= 1,50 m	
Sohlbreite b_{So}	= 2,50 m	
Böschungsneigung	= 1 : 1,5	
Gesamtbreite b	= ca. 7,00 m	(in Abhängigkeit von OKG)
=> Erf. Fließtiefe h	= 0,98 m	

Dieser Querschnitt wurde in iterativen Berechnungsdurchgängen verifiziert. Auf der Grundlage der Ausgangsdaten ergibt sich eine erforderliche Fließtiefe von $h = 0,98 \text{ m}$ zur Ableitung des benötigten Durchflusses.

Unter diesen Rahmenbedingungen ist die neue Gewässerverbindung hydraulisch ausreichend dimensioniert, um die erforderliche Ablaufmenge von $Q_{ab} = 2,604 \text{ m}^3/\text{s}$ in Richtung Obstanbaufläche abzuleiten.

Der Nachweis der weiteren Wasserverteilung im Obstanbaugebiet über die Moorender Hauptwettern bleibt weiterführenden Planungsschritten vorbehalten. Nach erster Einschätzung kann dort auf einen Gewässerausbau verzichtet werden, weil deren Sohlbreiten zwischen 6,0 und 9,0 m betragen und das Hauptgewässer somit ausreichend dimensioniert sein dürfte.

6.5.6 Fallbeispiel - Betrachtung eines durchschnittlichen Anbaubetriebes

In Anbetracht der Komplexität der vorstehend beschriebenen Maßnahmenkombination soll die geplante Zuwässerungssituation abschließend anhand eines Fallbeispiels näher erläutert werden.

Ein typischer Obstanbaubetrieb im Alten Land mit einer durchschnittlichen Anbaufläche von 20 ha benötigt eine Wassermenge für die Frostschutzberegnung über 2 Nächte in Höhe von

$$\text{erf. } V_{\text{Ber.}} = 20 \text{ ha} \times 40 \text{ m}^3/\text{ha} \times 14 \text{ h} \times 2 \text{ Nächte} = 22.400 \text{ m}^3$$

Ein Teil dieses Wasserbedarfes wird durch permanenten Zulauf aus den Nebenflüssen Lühe und Este gedeckt, nämlich anteilig etwa

$$V_{\text{Flüsse}} = 1,836 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s/h} \times 48 \text{ h} \times 20 \text{ ha} / 4.400 \text{ ha} = 1.442 \text{ m}^3$$

Es verbleibt ein Rest-Wasserbedarf in Höhe von rd. $V_{\text{Ber.}} = 22.400 - 1.442 = 20.958 \text{ m}^3$, der für den beabsichtigten Zweck „auf Vorrat“ zwischengespeichert werden muss.

Ein Großteil dieser Speichermenge (etwa 60%) wird in einem privaten, dezentralen Beregnungsteich in der Obstanbaufläche vorgehalten; wegen des großen Flächenbedarfs solcher Teichanlagen, der zulasten der Anbaufläche und damit der Wirtschaftlichkeit geht, kann allerdings nicht die Gesamtmenge dezentral gespeichert werden. Ergänzend wird die anteilige Restmenge in zentralen Speicherräumen au-

Berhalb des Obsthofes vorgehalten, an die der Betrieb über das vorhandene Gewässernetz hydraulisch angebunden ist.

In dem privaten Beregnungsteich müsste folglich eine Wassermenge von etwa

$$V_{\text{Teich}} = 20.960 \times 60\% = 12.576 \text{ m}^3 \approx 12.580 \text{ m}^3$$

gespeichert werden. Bei einer nutzbaren Wassertiefe von 3 m wäre dazu eine Flächenausdehnung von z.B. $A = 80 \times 68 \text{ m}$, entsprechend einer Beckenoberfläche von 5.440 m^2 bzw. $0,54 \text{ ha}$, erforderlich. Dies entspricht einem wirtschaftlich vertretbaren Flächenanteil von $5.440 / 200.000 = 2,7 \%$ an der Beregnungsfläche des Betriebes.

Bei der Gestaltung des Beregnungsteiches wurde eine nutzbare Gewässertiefe von 3 m, eine maximale Gesamttiefe von 4 m, Böschungsneigungen von $1 : 1,5$ sowie eine 1 m breite Berme unterhalb des Dauerwasserstandes zugrunde gelegt. Diese Gestaltungsform stellt den Ausbaustandard der Beregnungsteiche in der 2. Meile Alten Landes dar.

In einem zentralen Speicherraum außerhalb des Betriebes wird das benötigte Restvolumen von

$$V_{\text{Speicherraum}} = 20.960 \times 40\% = 8.384 \text{ m}^3 \approx 8.380 \text{ m}^3$$

anteilig bereitgestellt. Da der zentrale Speicherraum - ebenso wie der betriebseigene Beregnungsteich - rechtzeitig über die Nebenflüsse befüllt wurde, ist die kontinuierliche Wasserzuführung für die Beregnung über zwei Tage hinweg sichergestellt.

In der Praxis wird das Beregnungswasser stets aus der betriebseigenen Teichanlage entnommen, welche durch gleichzeitigen Nachlauf aus den Nebenflüssen und aus dem zentralen Speicherraum fortlaufend wieder aufgefüllt wird. Die vorhandenen bzw. ausgebauten Zulaufgewässer sind hydraulisch in der Lage, die benötigten Wassermengen innerhalb dieses Zeitraums dem Obstanbaubetrieb zuzuleiten. Da der Wasserbedarf während der Beregnung jedoch größer ist als der Nachlauf, wird der Wasserstand im Beregnungsteich stetig absinken, bis nach der 2. Nacht auch der Rücklauf aus dem Entwässerungs- bzw. Dränagesystem einsetzt.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt ist insgesamt genügend Wasser im System vorhanden, welches kreislaufartig für eine erneute Beregnung verwendet werden kann. Eine Zuwässerung aus der Elbe ist nicht erforderlich. Insgesamt ist der Wasserbedarf des Obstanbaubetriebes damit gedeckt.

6.5.7 Maßnahmenkatalog mit Kostenschätzung

Folgende Maßnahmen zum Ausgleich der vollständig unterbrochenen Wasserentnahme aus der Elbe wären erforderlich, wobei zunächst die Maßnahmen zur Vergrößerung des dezentralen Speichervolumens (Bau von Beregnungsteichen) aufgeführt sind (siehe Anlage 5.2 – Maßnahmenplanung 2. Meile):

- Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens auf $V_s = 625 \text{ m}^3/\text{ha}$ im Zuwässerungsgebiet sämtlicher Unterverbände, entsprechend einem Neubedarf von rd. $V = 1.995.300 \text{ m}^3$ Speicherraum, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen bzw. wasserrechtlich genehmigten Speicherbecken.
- Herstellung von ca. **160 neuen Beregnungsteichen** in allen Verbandsgebieten (bei einer angenommenen Betriebsgröße von i.M. 20 ha), oder alternativ von mehreren Gemeinschaftsanlagen mit entsprechend großem Speichervolumen.

- Ausstattung aller Sielbauwerke mit einer **Messeinrichtung** für Salinität inkl. Datenfernübertragung.
- Kostenschätzung Beregnungsteiche (netto, ohne Grunderwerb und Nebenkosten):

Nr. Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Speicherraum gesamt	Speicherraum vorh. lt. LK STD	Neuer Speicher- raum erf. V _s	Beregnungsteiche für 20-ha-Betriebe		
				Anz.	EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] - [3]	[5]	[6]	[7] = [5] x [6]
Messeinrichtungen Salinität				8	25.000,00 €	200.000,00 €
1 Elbdeichsiel Neuenschleuse (S11) WaBoV Neuenschleuse-Wisch	300.625 m³	122.530 m³	178.095 m³	14	156.000,00 €	2.184.000,00 €
2 Lühe-Deichsiel Neuenkirchen Neuenkirchener Vor-SV	312.500 m³	91.992 m³	220.508 m³	18	156.000,00 €	2.808.000,00 €
3 Lühe-Deichsiel Höhen SV Hohenfelde	386.875 m³	124.874 m³	262.001 m³	21	156.000,00 €	3.276.000,00 €
4/5 Elbdeichsiel Hahnöfers.-Ost (S13) <i>(übergeordnet, Summe aus 4 + 5)</i>	1.125.000 m³	260.597 m³	864.403 m³	69	156.000,00 €	10.764.000,00 €
4 Deichsiel Borstel (B. Binnenelbe) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop	725.000 m³	135.396 m³	589.604 m³	47	156.000,00 €	7.332.000,00 €
5 Deichsiel Gr. Brack (B. Binnenelbe) SV Königreich-Westmoorende	400.000 m³	125.201 m³	274.799 m³	22	156.000,00 €	3.432.000,00 €
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	175.000 m³	13.400 m³	161.600 m³	13	156.000,00 €	2.028.000,00 €
7 Este-Deichsiel Moorende EV Estemarsch (III. Meile)	450.000 m³	141.303 m³	308.697 m³	25	156.000,00 €	3.900.000,00 €
Gesamtsumme	2.750.000	754.696	1.995.304	160		24.960.000,00 €

Tabelle 22: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 1, 2. Meile

Hinzu kommen die Maßnahmen zur Herstellung der zentralen Speicherräume, einschließlich der Zu- und Ablaufeinrichtungen:

- Flächenankauf für die zentralen Speicherräume in der Größenordnung von insgesamt ca. 230 ha, zuzüglich der Flächen für die Zu- und Ablaufgewässer
- Einfassung der Speicherräume durch eine Verwallung, hergestellt aus dem gewonnenen Aus-hubboden
- Neubau je eines Deichsiels an Lühe und Este, einschließlich der erf. Straßenkreuzungen und je einer Absperrvorrichtung
- Neubau mehrerer Gewässerabschnitte als Zulaufwettern zum Speicherraum 1 und als Ablauf-wettern vom Speicherraum 3
- Querung der K 36 und der Straße Hinterdeich
- Instandsetzung der Schützanlage am Schöpfwerk Landwettern (vorh. Freiflutöffnung)

- Kostenschätzung Zentrale Speicherräume (netto, inkl. Grunderwerb, ohne Nebenkosten):

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
1	Herstellung zentraler Speicherraum 1			
1.1	Flächenankauf, lw. Nutzfläche	727.000 m ²	2,00 €	1.454.000,00 €
1.2	Verwallung, h = 2,0 m	3.400 m	25,00 €	85.000,00 €
1.3	Deichsiele mit Schützvorrichtung	1 St	250.000,00 €	250.000,00 €
1.4	Gewässerbau Zulaufwettern Lühe-ZSR 1	1.700 m	75,00 €	127.500,00 €
1.5	Durchlassbauwerk K 36	1 St	75.000,00 €	75.000,00 €
				1.991.500,00 €
2	Herstellung zentraler Speicherraum 2			
2.1	Flächenankauf, lw. Nutzfläche	700.000 m ²	2,00 €	1.400.000,00 €
2.2	Verwallung, h = 2,0 m	3.400 m	25,00 €	85.000,00 €
2.3	Deichsiele mit Schützvorrichtung	1 St	250.000,00 €	250.000,00 €
				1.735.000,00 €
3	Herstellung zentraler Speicherraum 3			
3.1	Flächenankauf, lw. Nutzfläche	900.000 m ²	2,00 €	1.800.000,00 €
3.2	Verwallung, h = 2,0 m	4.900 m	25,00 €	122.500,00 €
3.3	Instandsetzung Schützvorrichtung SW	1 St	50.000,00 €	50.000,00 €
3.4	Gewässerbau Ablaufwettern ZSR 3 - Moor	900 m	75,00 €	67.500,00 €
3.5	Durchlassbauwerk Hinterdeich	1 St	75.000,00 €	75.000,00 €
				2.115.000,00 €
	Gesamtsumme			5.841.500,00 €

Tabelle 23: Schätzkosten Maßnahmenkatalog Worst-Case Teil 2, 1. Meile

Für die Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung bei einer vollständig unterbrochenen Wasserentnahme aus der Elbe (Worst-Case-Szenario), vornehmlich in Form der Herstellung neuer Beregnungsteiche und eines zentralen Speicherraums, ergäben sich grob geschätzte Baukosten in Höhe von

rd. 24,960 + 5,842 = 30,802 Mio. Euro.

Diese Angabe bezieht sich ausschließlich auf die Maßnahmen in der 2. Meile Alten Landes.

6.6 Kostenzusammenstellung

Für die verschiedenen Ausbaustufen zur Sicherstellung einer alternativen Wasserbereitstellung in der 2. Meile Alten Landes wurden überschlägige Massen- und Kostenermittlungen durchgeführt, die in den jeweiligen Unterkapiteln enthalten sind.

Die geschätzten Herstellungskosten werden nachfolgend noch einmal in der Übersicht zusammengestellt:

Nullvariante:	Uneingeschränkte SIELzugzeit	-,-- €
Ausbaustufe 1:	Reduzierung der SIELzugzeit um 2 h	1.410.000,-- €
Ausbaustufe 2:	Reduzierung der SIELzugzeit um 4 h	1.710.000,-- €
Ausbaustufe 3:	Reduzierung der SIELzugzeit um 6 h	4.525.000,-- €
Ausbaustufe 4:	Keine Zuwässerung aus der Elbe möglich	30.802.000,-- €

In den Kostenanschlägen sind – mit Ausnahme des Flächenerwerbs für die zentralen Speicherräume – weder Grunderwerbs- noch Entschädigungszahlungen enthalten. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Obstbaubetriebe als Profiteure der Planung die Flächen für die Herstellung der Beregnungsteiche und der sonstigen Anlagen kostenfrei zur Verfügung stellen.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie werden Konzepte für eine alternative Wasserbereitstellung in den Verbandsgebieten Kehdingen und Altes Land entwickelt.

Was die Nutzungsansprüche an das Elbwasser anbelangt, wird in Kehdingen sowohl Viehwirtschaft als auch Obstanbau betrieben, während für das Alte Land eindeutig der intensive Obstanbau prägend ist. Im Obstanbau werden erhebliche Wassermengen insbesondere für die Frostschutzberechnung benötigt. Im Vergleich dazu sind die Wasserbedarfe für die Viehtränke relativ gering. In der Studie werden folglich die hydraulischen Lastfälle *Frostschutzberechnung* und *Viehtränke* unterschieden; auf einen separaten Lastfall *anfeuchtende Berechnung* wird aufgrund der deutlich geringeren Wassermengen im Vergleich zur Frostschutzberechnung verzichtet.

Grundlage der Untersuchungen zur Frostschutzberechnung sind die sogenannten „Rahmenentwürfe für die Frostschutzbewässerung“, in denen zukünftige Entwicklungen des Obstanbaus prognostiziert und entsprechend berücksichtigt wurden. Aus diesen Rahmenentwürfen werden die zukünftigen Berechnungsflächen und der Wasserbedarf abgeleitet. Folglich reicht der Planungshorizont der Studie weit über den Ist-Zustand der Wasserbereitstellung im Obstanbau hinaus.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme werden zunächst der Wasserbedarf und die Wasserverfügbarkeit in den einzelnen Untersuchungsgebieten ermittelt, wobei speziell die hydraulische Durchflussleistung der jeweiligen Sielbauwerke überprüft wird. Ausgegangen wird dabei stets von ungünstigen Annahmen, so zum Beispiel von einer extrem niedrig auflaufenden Tide bei gleichzeitig stattfindender Frostschutzberechnung. Daran anschließend werden verschiedene Szenarien planerisch untersucht und bewertet, in denen die Zuwässerung des Elbwassers stufenweise um 2, 4 und 6 Stunden herabgesetzt wird. Ein Worst-Case-Szenario mit einer vollständig unterbrochenen Wasserentnahme aus der Elbe rundet den Untersuchungsumfang ab. Sofern sich aus der Reduzierung der Sielzugzeiten zunehmende Defizite bei der Wasserbereitstellung ergeben, werden diese ermittelt, dargestellt und analysiert.

Aus dieser Defizitanalyse heraus wird ein Lösungskonzept zur alternativen Bewässerung der einzelnen Verbandsgebiete entwickelt, welches in einer Art Maßnahmenkatalog geeignete Lösungsansätze zur Überbrückung der eingeschränkten Wasserverfügbarkeit bereithält. Im Bedarfsfall kann zu gegebener Zeit auf Einzelbausteine dieses Kataloges zurückgegriffen werden.

Im Einzelnen werden die Lösungsansätze für die einzelnen Untersuchungsgebiete nachfolgend noch einmal zusammengefasst.

Für das Verbandsgebiet des UHV Kehdingen wurden die hydraulischen Lastfälle Viehwirtschaft und Frostschutzberechnung unterschieden. So wird im sogenannten Nordkehdingener Außendeich Wasser für die Viehtränke benötigt, welches aufgrund der hohen Salzgehalte im Bereich der Elbmündung nicht aus der Elbe entnommen werden kann. Als optimale Lösung wurde im Rahmen der Studie die Wasserbereitstellung über das öffentliche Versorgungsnetz herausgearbeitet. Da das Teilgebiet bislang nicht an das Versorgungsnetz angebunden ist, muss hierzu eine neue Ringleitung verlegt werden, welche die vorhandenen Weideflächen mit Tränkewasser versorgt. Die Leitungstrasse folgt dem Deichweg bzw. dem Südlichen Sielgraben und ist rd. 38 km lang. Für diese Maßnahme wurden die folgenden Herstellungskosten abgeschätzt:

- Wasserversorgung der Viehweiden in Nordkehdingen
Bau einer 38 km langen Ringleitung 2.340.000,-- €

Weiterhin sind in Kehdingen vereinzelte Obstanbaubetriebe angesiedelt. Nahe der Elbmündung ist das Elbwasser für die Beregnung von Obstplantagen grundsätzlich ungeeignet, so dass die Betriebe andere Wege zur Wasserbereitstellung gefunden haben. Das benötigte Beregnungswasser wird überwiegend aus den Niederschlägen des Binnenlandes gewonnen, indem über einen längeren Zeitraum auf das Abschöpfen der Binnengewässer verzichtet wird. Aus den aufgestauten Binnengewässern wird dann das Beregnungswasser entnommen. Sofern in niederschlagsarmen Zeiten zwangsläufig Elbwasser von außen zugeführt werden muss, wird darauf geachtet, dass unter Ausnutzung des Mischeffektes mit dem Oberflächenwasser eine ausreichende Wasserqualität beibehalten wird.

Da in Kehdingen auf Elbwasser für die Beregnung möglichst verzichtet wird, erübrigt sich die Betrachtung einer zeitgestaffelten Einschränkung der Wasserentnahme aus der Elbe. Um für zwei aufeinanderfolgende Beregnungsnächte gerüstet zu sein, muss in den Betrieben ein entsprechend großes Speichervolumen zur Verfügung stehen. Wie die Defizitanalyse zeigt, ist dies in den meisten Fällen durch bloßen Aufstau der Binnengewässer nicht zu gewährleisten; bereits in der heutigen Situation besteht ein rechnerisches Volumendefizit.

Als Lösungsansatz besteht zu einer Erweiterung der Speicherkapazität durch den Bau von dezentralen, privat betriebenen Beregnungsteichen keine Alternative. Diese müssen rechtzeitig vor der Frostschutzberegnung mit geeignetem Süßwasser aus den Binnengewässern gefüllt werden.

Für den Bau der notwendigen Beregnungsteiche wurden die folgenden Herstellungskosten ermittelt, wobei zwischen den Obstanbaubetrieben im Verbandsgebiet des UHV und den Betrieben außerhalb des Verbandsgebietes, welche überwiegend an den Seitenzuläufen der Oste angesiedelt sind, unterschieden wurde:

- Frostschutzberegnung für sämtliche Obstanbaubetriebe im Verbandsgebiet des UHV
34 neue Beregnungsteiche, 3 Datenfernübertragungen 4.792.100,-- €
- Frostschutzberegnung für die Obstanbaubetriebe außerhalb des UHV Kehdingen
6 neue, relativ große Beregnungsteiche 2.044.200,-- €

Die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen ist unabhängig von der Entwicklung der Elbwasserqualität zu empfehlen, um die Frostschutzberegnung auf Dauer sicherzustellen.

Im Gegensatz zu Kehdingen wird im Alten Land nicht vereinzelt, sondern flächendeckend intensiver Obstanbau betrieben. Nach den Rahmenentwürfen sind die künftigen Beregnungsflächen und die daraus abgeleiteten Wasserbedarfsmengen immens groß. Zur Frostschutzberegnung wird fast ausschließlich Elbwasser verwendet, indem es über die vorhandenen Sielbauwerke und die angeschlossenen Gewässersysteme im natürlichen Gefälle in das Obstanbaugbiet geleitet wird.

Nachdem in einem ersten Schritt die hydraulische Leistungsfähigkeit der Zuwässerungssysteme für den Ist-Zustand festgestellt wurde, werden anschließend aktuell bestehende Defizite bei der Wasserversorgung aufgezeigt (Nullvariante). Für bestimmte Teilbereiche des Alten Landes wurde eine Unterversorgung ermittelt, die sich in der Praxis noch nicht offenbart, weil noch nicht alle Rahmenentwurfs-Flächen tatsächlich unter Beregnung stehen.

Darauf aufbauend wurden die Auswirkungen einer zeitgestaffelten Einschränkung der Wasserentnahme über 2, 4 und 6 Stunden bis hin zu einer vollständigen Unterbrechung untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass sich die hydraulische Leistungsfähigkeit der Deichsiele und Zuwässerungssysteme in vielen Fällen besser darstellt als erwartet. Mit zunehmender Einschränkung der Wasserentnahme treten die Problemfelder und die Durchflussdefizite jedoch immer deutlicher hervor.

Um die Defizite bei der Zuwässerung, welche durch eine zeitgestaffelte Verkürzung der Sielzugzeiten simuliert werden, auszugleichen, reicht eine Vergrößerung der Wasserspeicherkapazitäten durch den Bau von zusätzlichen Beregnungsteichen in den Obstanbauflächen aus. Je länger die Einschränkung der Wasserentnahme andauert, desto mehr Wasservolumen in Form von neuen Beregnungsteichen muss bereitgestellt werden.

Zur Befüllung der Beregnungsteiche ist qualitativ einwandfreies Elbwasser erforderlich, welches unter Umständen nicht jederzeit zur Verfügung steht. Daher sind entsprechende Messeinrichtungen zur Feststellung der Salinität an den Zuwässerungsbauwerken wünschenswert, die dem Verband eine Überwachung und Steuerung des Zuflusses je nach Salzgehalt ermöglichen. Inwieweit das bereits bestehende Messnetz zu diesem Zweck ausreicht, kann im Rahmen der vorliegenden Studie nicht abschließend geklärt werden. Möglicherweise genügt eine Ausweitung der Datenfernübertragung von den bestehenden Messstationen an die Mobiltelefone der einzelnen Betreiber.

Bei extremen Veränderungen der Wasserqualität, die mit einer vollständigen Unterbrechung der Wasserentnahme aus der Elbe gleichbedeutend sind und die im Rahmen der vorliegenden Studie als Worst-Case-Szenario simuliert werden, müssen die Wasserspeicherkapazitäten weiter vergrößert werden. Über den Bau neuer Beregnungsteiche hinaus sind für diesen Fall zentrale, großflächige Speicherräume anzulegen, die mit Süßwasser aus den Oberläufen der Nebenflüsse Schwinge, Lühe und Este befüllt werden können. Mithilfe dieser neuen Süßwasserzuläufe besteht die Möglichkeit, auch die dezentralen Beregnungsanlagen rechtzeitig mit qualitativ einwandfreiem Wasser zu speisen. Ohne eine solche Vorratsspeicherung wäre die Wasserbereitstellung nicht gesichert, weil das Wasserdargebot der Nebenflüsse zu klein ist.

Für die einzelnen Ausbaustufen des Maßnahmenkonzeptes für das Alte Land wurden folgende Herstellungskosten ermittelt:

Verbandsgebiet UHV Altes Land, 1. Meile

- Nullvariante - Keine Reduzierung der Sielzugzeit:
21 neue Beregnungsteiche, 1 Messeinrichtung für Salinität 2.125.000,-- €
(Hinweis: Hier besteht ein rechnerisches Defizit, welches sich in der Praxis erst mit zunehmender Beregnungsfläche zeigen wird)
- Ausbaustufe 1 - Reduzierung der Sielzugzeit um 2 h:
25 neue Beregnungsteiche, 1 Messeinrichtung für Salinität 2.525.000,-- €
- Ausbaustufe 2 - Reduzierung der Sielzugzeit um 4 h:
26 neue Beregnungsteiche, 1 Messeinrichtung für Salinität 2.755.000,-- €
- Ausbaustufe 3 - Reduzierung der Sielzugzeit um 6 h:
63 neue Beregnungsteiche, 3 Messeinrichtungen für Salinität 6.370.000,-- €
- Ausbaustufe 4 – Worst-Case-Szenario:
114 neue Beregnungsteiche, 1 zentraler Speicherraum,
6 Messeinrichtungen für Salinität 22.471.000,-- €

Verbandsgebiet UHV Altes Land, 2. Meile

- Nullvariante - Keine Reduzierung der SIELzugzeit:
Kein Defizit / keine Maßnahmen erforderlich --,-- €
- Ausbaustufe 1 - Reduzierung der SIELzugzeit um 2 h:
12 neue Beregnungsteiche, 6 Messeinrichtungen für Salinität 1.410.000,-- €
- Ausbaustufe 2 - Reduzierung der SIELzugzeit um 4 h:
13 neue Beregnungsteiche, 6 Messeinrichtungen für Salinität 1.710.000,-- €
- Ausbaustufe 3 - Reduzierung der SIELzugzeit um 6 h:
49 neue Beregnungsteiche, 8 Messeinrichtungen für Salinität 4.525.000,-- €
- Ausbaustufe 4 – Worst-Case-Szenario:
160 neue Beregnungsteiche, 3 zentrale Speicherräume,
8 Messeinrichtungen für Salinität 30.802.000,-- €

Im ungünstigsten Fall belaufen sich die Herstellungskosten für eine alternative Wasserbereitstellung im Alten Land auf bis zu $22,5 + 30,8 = 53,3$ Mio. €.

Ob die genannten Investitionen tatsächlich getätigt werden müssen, hängt von vielfältigen Einflüssen und Entwicklungen ab und kann aus heutiger Sicht nicht abschließend beurteilt werden. Weder ist die tatsächliche Ausdehnung der Beregnungsflächen im Obstanbau bekannt, noch kann unter Berücksichtigung aller Umwelteinflüsse verlässlich prognostiziert werden, in welchen Mengen qualitativ geeignetes Elbwasser zukünftig zur Verfügung stehen wird.

Mit der vorliegenden Studie werden Lösungsansätze für eine alternative Wasserbereitstellung in Form eines Baukastenprinzips angeboten, mit dessen Hilfe auf real stattfindende Entwicklungen adäquat reagiert werden kann. Dabei wird kein Anspruch auf die Lösung aller Detailfragen erhoben, sondern es wird die grundsätzliche Machbarkeit und Notwendigkeit der einzelnen Maßnahmen untersucht. Ohne negative Auswirkungen auf spätere Veränderungen können die entwickelten Bausteine in verschiedenen Ausbaustufen sukzessive umgesetzt werden.

Für die nahe Zukunft wird die wesentliche Aufgabe darin bestehen, die Rahmenbedingungen für die Wasserbereitstellung in der Elbmarsch stetig zu überprüfen, das Maß der Veränderungen fundiert abzuwägen und den jeweiligen Grad des erforderlichen Ausbauumfangs zu definieren. Für die Detailplanung der Lösungskonzepte bildet die vorliegende Studie eine geeignete Grundlage.

Stade, den 25.02.2011

Grontmij GmbH

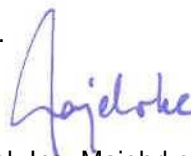
i.V.



Dipl.-Ing. Smidt

Ressortleiter Infrastruktur

i.A.



Dipl.-Ing. Majehrke

Projektleiter

BAND 1 – ANHANG

A Bestandserfassung

A-1 Bestandserfassung und Defizitanalyse – Kehdingen

Tabellarische Zusammenstellung aller maßgebenden
hydrologischen Rahmenbedingungen und
Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens

Siebauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungsfl. A _{ber}	Spez. Wasserbedarf 2 Nächte - q _{ber}	Ber.menge 2 Nächte - Q _{ber}	Länge Ga- wässersystem	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	spez. Wasser- volumen ca.	vorh. Sta- volumen V	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ V	erf. spez. Speichervol. V _s	Neu herzustellende m³/ Betrieb	Beregnungsfläche EP	GP
	[2]	[3]	[5] = [2] x [4]	[6]	[7]	[8]	[9] = [8] x [9]	[10] = [9] > 0	[11] = [9] - [9]	[12] = [11] / [2]	[13] = [12] x [2]	[14]	[15] = [13] x [14]
1 Südlicher Sielgraben B - Bucherlkirch	30 ha 30 ha	40 m³/haxh	33.600 m³/2d	18.500 m	6,0 m	3,5 m³/m	64.750 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €
2 Hohenlucher Wietern (Oste) A - Seebek-Ahrens C - Godenrath, G. D - Godenrath, N. E - Sumfleth	59,5 ha 11 ha 18 ha 18 ha 12,5 ha	40 m³/haxh	66.640 m³/2d	15.850 m	5,0 m	2,5 m³/m	39.625 m³	ja	27.015 m³	454 m³/ha	27.015 m³ 4.994 8.173 8.173 5.675	12,50 €	337.687,50 €
3 Neuenser Schleusenfieth (Oste) A - Seebek-Ahrens E1 - Sumfleth	28,5 ha 16 ha 12,5 ha	40 m³/haxh	31.920 m³/2d	4.500 m	5,0 m	2,5 m³/m	11.250 m³	ja	20.670 m³	725 m³/ha	20.670 m³ 11.604 9.066	12,50 €	258.375,00 €
4 Freiburger Schleusenfieth F1 - Schmidt F2 - Schmidt I - Köpke, R. G - Beckmann K3 - Godenrath, R.+K.	125 ha 61 ha 20 ha 19 ha 20 ha 5 ha	40 m³/haxh	140.000 m³/2d	15.915 m	6,0 m	3,0 m³/m	47.745 m³	ja	92.255 m³	738 m³/ha	92.255 m³ 45.020 14.761 14.023 14.761 3.690	12,50 €	1.153.187,50 €
5 Wischhafen Schleusenfieth K2 - Godenrath, R.+K. J2 - Kruse L - Hensohn	65 ha 12 ha 45 ha 8 ha	40 m³/haxh	72.800 m³/2d	9.000 m	9,0 m	5,0 m³/m	45.000 m³	ja	27.800 m³	428 m³/ha	27.800 m³ 5.132 19.246 3.422	12,50 €	347.500,00 €
6 Wischhafen Moorkanal J1 - Kruse K1 - Godenrath, R.+K.	15 ha 5 ha 10 ha	40 m³/haxh	16.800 m³/2d	6.680 m	5,0 m	2,5 m³/m	16.700 m³	ja	100 m³	7 m³/ha	100 m³ 33 67	12,50 €	1.250,00 €
7 Neuender Fieth / Moorkanal E2 - Sumfleth P - Eisen O - Bargstedt	42,5 ha 1,5 ha 40 ha 1 ha	40 m³/haxh	47.600 m³/2d	4.900 m	10,0 m	5,0 m³/m	24.500 m³	ja	23.100 m³	544 m³/ha	23.100 m³ 815 21.741 544	12,50 €	288.750,00 €
8 Wischh. Süderelbe / Sandloch O - Meyer M - Eyemann, R. N1 - Eyemann, F.	91 ha 46 ha 35 ha 10 ha	40 m³/haxh	101.920 m³/2d	14.400 m	10,0 m	- m³/m	0 m³	ja	101.920 m³	1.120 m³/ha	101.920 m³ 51.520 39.200 11.200	12,50 €	1.274.000,00 €
M - Weideland Eyemann, R.	70 ha	3 GVE/ha	42 m³/2d	=> vernachlässigbar gering!							42 m³	=> vernachlässigbar gering!	
9 Dornbusch-Nindorfer Wietern N2 - Eyemann, F.	20 ha 20 ha	40 m³/haxh	22.400 m³/2d	7.300 m	4,0 m	2,5 m³/m	18.250 m³	ja	4.150 m³	208 m³/ha	4.150 m³ 4.150	12,50 €	51.875,00 €
10 Theisbrügger Schleusenfieth R - Bahr	20 ha 20 ha	40 m³/haxh	22.400 m³/2d	3.070 m	5,0 m	2,5 m³/m	7.675 m³	ja	14.725 m³	736 m³/ha	14.725 m³ 14.725	12,50 €	184.062,50 €
11 Kl. Sietwender Fieth A1 - Radatz	8 ha 8 ha	40 m³/haxh	8.960 m³/2d	7.270 m	4,0 m	2,5 m³/m	18.175 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €
12 Asseler Schleusenfieth S, T - Völkens, Moje	14 ha 14 ha	40 m³/haxh	15.680 m³/2d	3.670 m	6,0 m	2,5 m³/m	9.175 m³	ja	6.505 m³	465 m³/ha	6.505 m³ 6.505	12,50 €	81.312,50 €
13 Barnkruger Wietern C1 - v. Borsel C4 - v. Borsel	24 ha 10 ha 14 ha	40 m³/haxh	26.880 m³/2d	1.120 m	4,0 m	2,5 m³/m	2.800 m³	ja	24.080 m³	1.003 m³/ha	24.080 m³ 10.033 14.047	12,50 €	301.000,00 €
14 Hörne-Görztorfer Kanal U - Völkens, Chr.H. V - Schulte W - Heinrichs	52 ha 20 ha 18 ha 14 ha	40 m³/haxh	58.240 m³/2d	10.640 m	6,0 m	2,5 m³/m	26.600 m³	ja	31.640 m³	608 m³/ha	31.640 m³ 12.169 10.952 8.518	12,50 €	395.500,00 €
15 Nebengraben Hö.-Gö.-Kanal X - Völkens, G. V - Heinrichs	10 ha 5 ha 5 ha	40 m³/haxh	11.200 m³/2d	950 m	2,0 m	2,0 m³/m	1.900 m³	ja	9.300 m³	930 m³/ha	9.300 m³ 4.650 4.650	12,50 €	116.250,00 €
Gesamtsumme	604,5 ha		677.040 m³/2d						363.260 m³		363.261 m³	rd.	4.790.750,00 € 4.791.000,00 €

Schätzung! Schätzung!

Stelbauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungstl. A _{ber.}	Spez. Wasserbedarf		Ber.menge 2 Nächte - Q _{ber.}	Länge Ge- wässersystem	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	spez. Wasser- volumen ca.	vorbh. Stau- volumen ca.	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. spez. Speichervol.	Neu herzustellende Beregnungsteile					
		[2]	[3]									[4]	[5]=[2]x[3]x[4]	[6]	[7]	[8]	[9]=[6]x[8]
1 Herrenfleth Pape	10 ha 10 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	11.200 m³/2d	6.830 m	6,0 m	3,5 m³/m	23.905 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €			
2 Achthöfener Fleth zum Felde Pape Wiechmann	75 ha 35 ha 30 ha 10 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	84.000 m³/2d	6.240 m	5,0 m	2,5 m³/m	15.600 m³	ja	68.400 m³	912 m³/ha	68.400 m³ 31.920 27.360 9.120	12,50 €	855.000,00 €			
3 Altendorfer Dorffleth Wiechmann	65 ha 65 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	72.800 m³/2d	5.220 m	5,0 m	2,5 m³/m	13.050 m³	ja	59.750 m³	919 m³/ha	59.750 m³ 59.750	12,50 €	746.875,00 €			
4 Große Röhne Schlecker Jantzen	60 ha 35 ha 25 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	67.200 m³/2d	9.090 m	6,0 m	3,5 m³/m	31.815 m³	ja	35.385 m³	590 m³/ha	35.385 m³ 20.641 14.744	12,50 €	442.312,50 €			
5 Oste / SV Großenwörden Ahrends	20 ha 20 ha	40 m³/haxh	28 h/2d	22.400 m³/2d	30.000 m	30,0 m	15,0 m³/m	450.000 m³	nein	0 m³	0 m³/ha	0 m³ 0	12,50 €	- €			
Gesamtsumme	230,0 ha			257.600 m³/2d						163.535 m³		163.535 m³		2.044.187,50 € rd. 2.044.000,00 €			

Schätzung! Schätzung!

BAND 1 – ANHANG

A Bestandserfassung

A-2 Bestandserfassung – 1. Meile Alten Landes

Tabellarische Zusammenstellung aller maßgebenden
hydrologischen Rahmenbedingungen in den Unterverbänden

Bestandserfassung - Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Rahmenentwürfen zur Frostschutzbewässerung											
UHV ALTES LAND	Wöhldner Schloosenverband	Basenleithe / Twienleitheer Schloosenverband	Hollermer Binnensloosenverband	Wasser- und Bodenverband Apenburger Moor	Weiterndorfer Entwässerungsverband	Vorschloosenverband Guderhandviertel	Hollermer Moorschloosenverband	Hornburg-Dollmer Moorschloosenverband	Sassensleitheverband Gründedeich	Summe	
1. MEILE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Id. Nr. Unterwassertied:	02 / 1994	Nagel, Conrad	02 / 1993	Schacht, Hans-Editha	Papke, Thies	02 / 1993	11 / 1982	nicht vorhanden	nicht vorhanden		
Verbindungsart:	zum Feld, Johannes					Exchell, Ernst	Heinrich, Peter	Rangers, Hein	Ulbers, Rolf		
FLACHENGÄBEN											
Fläche Vorlandgraben [ha]	246 ha	323 ha	223 ha	633 ha	613 ha	620 ha	917 ha	432 ha	100 ha	4.954 ha	
Benutzungsfläche [ha]	241 ha	305 ha	205 ha	611 ha	613 ha	762 ha	857 ha	n. bek.	n. bek.	---	
Landwirtschaftliche Nutzfläche [ha]	211 (s.11) = 222 ha		182 ha	604 + 179 = 783 ha	172 ha (mordst. A26)	650 ha	837 ha	350 ha	40 ha		
davon max. Beringungsfläche A ₀ [ha]	121 ha (72 bis 90%)	199 ha (80%)	137 ha (75%)	543 + 161 = 704 ha (80%)	60 ha (50%)	600 ha (100%; 130 ha Sondergab.)	600 ha (ca. 72%)	90 ha	40 ha	2.707 ha	
darf Groß-einheiten:	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	
WASSERSPEICHERUNG / BEREGNUNG											
Spezifischer Wasserbedarf:	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	q ₀ = 30 m³/(ha/h)	k.A.	k.A.	q ₀ = 40 m³/(ha/h)	
Beregnungsdauer / d:	12 h/d	12 h/d	12 h/d	14 h/d	14 h/d	12 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	
Spezifischer Wasserbedarf / d:	q ₀ = 40 x 12 = 480 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 12 = 480 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 12 = 480 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 14 = 560 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 14 = 560 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 12 = 480 m³/(ha/d)	q ₀ = 30 x 14 = 420 = 400 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 14 = 400 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 14 = 560 m³/(ha/d)	q ₀ = 40 x 14 = 560 m³/(ha/d)	
Gesamtwasserbedarf / d:	Q ₀ = 121 x 480 = 58.080 m³/d	Q ₀ = 199 x 480 = 95.520 m³/d	Q ₀ = 182 x 480 = 87.360 m³/d	Q ₀ = 704 x 560 = 394.240 m³/d	Q ₀ = 86 x 560 = 48.160 m³/d	Q ₀ = 650 x 480 = 312.000 m³/d	Q ₀ = 600 x 400 = 240.000 m³/d	Q ₀ = 350 x 400 = 140.000 m³/d	Q ₀ = 2.707 x 560 = 1.515.920 m³/d	Q ₀ = 2.707 x 560 = 1.515.920 m³/d	
Rücklauf nach Beregnung:	Q ₀ = 25% x Q ₀ = 14.520 m³/d	Q ₀ = 25% x Q ₀ = 23.880 m³/d	Q ₀ = 25% x Q ₀ = 21.840 m³/d	Q ₀ = 25% x 394.240 = 98.560 m³/d	Q ₀ = 25% x 48.160 = 12.040 m³/d	Q ₀ = 25% x 312.000 = 78.000 m³/d	Q ₀ = 25% x 240.000 = 60.000 m³/d	Q ₀ = 25% x 140.000 = 35.000 m³/d	Q ₀ = 25% x 1.515.920 = 378.980 m³/d	Q ₀ = 25% x 1.515.920 = 378.980 m³/d	
Zuflussvermögen:	Q _{zu} = 75% x Q ₀ = 43.500 m³/d	Q _{zu} = 75% x Q ₀ = 71.640 m³/d	Q _{zu} = 75% x Q ₀ = 49.320 m³/d	Q _{zu} = Q ₀ = 295.680 m³/d	Q _{zu} = Q ₀ = 36.120 m³/d	Q _{zu} = 75% x Q ₀ = 232.000 m³/d	Q _{zu} = Q ₀ = 240.000 m³/d	Q _{zu} = Q ₀ = 240.000 m³/d	Q _{zu} = 75% x 1.515.920 = 1.136.940 m³/d	Q _{zu} = 75% x 1.515.920 = 1.136.940 m³/d	
Tiefenabz. Zufluss / Aufstauverzögerung [h]:	ca. 9,35 h (in 12 h)	ca. 11,8 h	ca. 10,8 h (in 14 h)	ca. 10,8 h (in 14 h)	nicht möglich	ca. 18 h	4 h	6 h	6 h	6 h	
Q _{zu} = 43.500 / 9,35 = 3.900 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 71.640 / 11,8 = 3.500 = 1,69 m³/s	Q _{zu} = 49.320 / 10,8 = 3.600 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 295.680 / 10,8 = 3.600 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 36.120 / 11,8 = 3.061 = 1,11 m³/s	Q _{zu} = 306.000 / 18 = 3.500 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 240.000 / 20 = 3.500 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 240.000 / 20 = 3.500 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 240.000 / 20 = 3.500 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 240.000 / 20 = 3.500 = 1,27 m³/s	Q _{zu} = 240.000 / 20 = 3.500 = 1,27 m³/s	
Verzögerungsmenge / Stützzeit:	5 h/d	6 h/d	6 h/d	6 h/d	6 h/d	5 h/d	5 h/d	5 h/d	5 h/d	5 h/d	
Speicherbedarf in Beregnungsstadien:	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 6 = 240 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 6 = 240 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 6 = 240 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	V ₀ = 40 x 5 = 200 = 200 m³/(ha/d)	
Gesamt-Staunvolumen Beregnungsebene:	V ₀ = 200 x 121 = 24.200 m³	V ₀ = 300 x 199 = 59.700 m³	V ₀ = 300 x 137 = 41.100 m³	V ₀ = 350 x 86 = 30.100 m³	V ₀ = 300 x 704 = 211.200 m³	V ₀ = 200 x 680 = 136.000 m³	V ₀ = 200 x 680 = 136.000 m³	V ₀ = 200 x 680 = 136.000 m³	V ₀ = 200 x 680 = 136.000 m³	V ₀ = 200 x 680 = 136.000 m³	
Sonstige Speicherdaten:	---	Überleitung aus Wöhrdener SV	Ggf. Überleitung aus Basenleitheer SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	Überleitung aus Wöhrdener SV	
SELBENWERK FÜR ZUWÄSERUNG											
Zuweisung erfolgt aus:	Schwinge	Elbe	Elbe / Schöpfwerkskanal	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe / Elbe	Elbe	Elbe	
Bezeichnung Schloosenverb.	Schwinge	Elbe	Elbe / Schöpfwerkskanal	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe / Elbe	Elbe	Elbe	
Abmessungen L / B / H [m]	42,50 / 1,40 / 1,40 m	88,50 / 1,50 / 1,40 m	56,50 / 2,20 / 1,50 m	56,50 / 2,20 / 1,50 m	56,50 / 2,20 / 1,50 m	74,00 / 2,60 / 2,60 m	77 / 0,60 / 0,60 m	Siehe Neuhold / Weitenndorf	Siehe Gründedeich	Siehe Gründedeich	
Trennpöhlze [m-NN]	NN -1,65 m	NN -0,70 m	NN -1,75 m	NN -1,75 m	NN -1,75 m	NN -2,65 m	NN -1,60 m	Siehe links	Siehe links	Siehe links	
Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Bedingf. / MTNW: 1,25 m	Siehe links	Siehe links	Siehe links	
Hydrat. Leistungsfähigkeit:	Q ₀ = 3,02 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Q ₀ = 2,2 m³/s > 1,27 m³/s	Siehe links	Siehe links	Siehe links	
Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Verluste an den:	Siehe links	Siehe links	Siehe links	
Stauwasserstand zur FSB:	NN -0,50 m	NN +1,50 bis +0,20 m	NN -0,50 m	NN -0,50 m	NN -0,50 m	NN -0,80 m	NN -0,80 m	Siehe links	Siehe links	Siehe links	
SCHÖPFWERK FÜR ENTWÄSERUNG											
Entwässerung erfolgt in:	Schwinge	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	Schöpfwerkskanal / Elbe	
Bezeichnung SW:	Mündungsschöpfwerk / Symphonie	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	Mündungsschöpfwerk / Twienleithe	
Anzahl der Pumpen:	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	
Förderleistung [l/s]:	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	Q ₀ = 500 / s	
Bemessungsabflussperiode [Jahre]	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	Hg = 2,03 (fischal)	
Mittlere Wasserstand [m-NN]:	MW = NN -1,20 m	MW = NN -0,50 m	MW = NN -1,50 m	MW = NN -1,50 m	MW = NN -1,50 m	MW = NN -1,70 m	MW = NN -1,70 m	MW = NN -1,70 m	MW = NN -1,70 m	MW = NN -1,70 m	
Polderung auf Dürre (ja / nein):	77	nein	nein	nein	nein	ja (4 PSW)	ja (7 PSW)	ja (7 PSW)	ja (7 PSW)	ja (7 PSW)	
VERBANDSGEWÄSSER II. ORDNUNG											
Id. Nr. Verbandsgewässer II.O.:	Nr. 70	3	3	9	9	Nr. 59	Nr. 59	Nr. 23	Nr. 14	Nr. 14	
Bezeichnung:	Wöhrdener Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	
Abmessungen L / B ₀ / T / I / n:	1.450 / 0,3 / 0,3 / 11 / 1,0 / 1	2.500 m / 1,0 bis 2,0 / 1,05 / 1,5	2.480 m / 1,0 bis 2,0 / 1,05 / 1,5	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	2.800 / 0,6 / 0,6 / 2,0 / 1,2	
Id. Nr. Verbandsgewässer I.O.:	---	2	2	21	21	---	---	---	---	---	
Bezeichnung:	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	Alter Landgraben	
Abmessungen L / B ₀ / T / I / n:	831 / 1,5 / 1,0 / 1,0 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	1.000 m / 1,3 bis 1,8 / 0,70 / 1	
Id. Nr. Verbandsgewässer I.O.:	Nr. 69	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Bezeichnung:	Wöhrdener Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	Basenleithe / Twienleitheer Weiler	
Abmessungen L / B ₀ / T / I / n:	77	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	805 m / 3,0 / 1,20 / 1,5	

BAND 1 – ANHANG

A Bestandserfassung

A-3 Bestandserfassung – 2. Meile Alten Landes

Tabellarische Zusammenstellung aller maßgebenden
hydrologischen Rahmenbedingungen in den Unterverbänden

Bestandserfassung - Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Rahmenentwürfen zur Frostschutzbewässerung

UHV/ ALTES LAND	Wasser- und Bodenverband Neuenschleuse-Wisch	Schleusenverband Hohenfelde	Vorschleusenverband Neuentrichen	Wasser- und Bodenverband Jork-Borstel-Ledekop	Schleusenverband Königsreich-Westmoorende	Schleusenverband Cranz-Lesewig-Hinterbrack	Entwässerungsverband Eistemarsch	Summe
2. / 3. MELLE								
Lfd. Nr. Unterband:	1	2	3	4	5	6	7	
Rahmenentwurf FSB aus:	10.11.1992 / Erg. 18.02.1993		10.05.1996	15.02.1984	10.10.1992	04.09.1992	24.01.1986	
Verbandsvorsteher:	Eckhoff, Claus	Siedmann, Hirsch	zum Felde, Heintz	Köhler, Peter	Hauschildt, Bernd	Quast, Heintz	Rademacher, Jacob	
FLÄCHENANGABEN								
Fläche Verbandsgebiet [ha]:	610 ha	670 ha	783 ha	1.858 ha	910 ha	314 ha	1.215 ha	6.387 ha
Beitragspflichtige Fläche [ha]:	k.A.	655 ha	705 ha	1.828 ha	858 ha	314 ha	1.090 ha	---
Landwirtschaftliche Nutzfläche [ha]:	531 ha - 50 ha (TG Sa, Lüne)	619 ha	500 ha	1.537 ha	725 ha	280 ha	1.090 ha	---
davon max. Beregnungsfläche A _g [ha]:	481 ha (100%)	619 ha (100%)	500 ha (100%)	1.537 ha (100%)	725 ha (100%)	280 ha (100%)	1.090 ha (ca. 100%)	5.232 ha
darin Grünflächenanteil:	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant
WASSERSPEICHERUNG / BERECHNUNG								
Spezifischer Wasserbedarf:	q _W = 40 m ³ /(ha/h)	q _W = 40 m ³ /(ha/h)	q _W = 40 m ³ /(ha/h)	q _W = 30 m ³ /(ha/h)	q _W = 40 m ³ /(ha/h)	q _W = 40 m ³ /(ha/h)	q _W = 30 m ³ /(ha/h)	q _W = 40 m ³ /(ha/h)
Beregnungsdauer / d:	12 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d	14 h/d
Spezifischer Wasserbedarf / d:	q _W = 40 x 12 = 480 m ³ /(ha/d)	q _W = 40 x 14 = 560 m ³ /(ha/d)	q _W = 40 x 14 = 560 m ³ /(ha/d)	q _W = 30 x 14 = 420 = 420 m ³ /(ha/d)	q _W = 40 x 14 = 560 m ³ /(ha/d)	q _W = 40 x 14 = 560 m ³ /(ha/d)	q _W = 30 x 14 = 420 = 420 m ³ /(ha/d)	q _W = 40 x 14 = 560 m ³ /(ha/d)
Gesamtwasserbedarf / d:	Q _W = 481 x 480 = 230.880 m ³ /d	Q _W = 619 x 560 = 346.640 m ³ /d	Q _W = 500 x 560 = 280.000 m ³ /d	Q _W = 1.858 x 560 = 1.038.080 m ³ /d	Q _W = 640 x 560 = 358.400 m ³ /d	Q _W = 280 x 560 = 156.800 m ³ /d	Q _W = 720 x 420 = 302.400 m ³ /d	Q _W = 5.232 x 560 = 2.929.920 m ³ /d
Rückfluss 55% / d:	Q _R = 25% x Q _W = 0 m ³ /d	Q _R = 0% x Q _W = 0 m ³ /d	Q _R = 25% x Q _W = 70.000 m ³ /d	Q _R = 0% x Q _W = 0 m ³ /d	Q _R = 25% x Q _W = 89.600 m ³ /d	Q _R = 25% x Q _W = 39.200 m ³ /d	Q _R = 0% x Q _W = 0 m ³ /d	Q _R = 0% x Q _W = 0 m ³ /d
Zuflussengedanke 75% / d:	Q _{Zu} = 75% x Q _W = 173.160 m ³ /d	Q _{Zu} = 100% x Q _W = 346.640 m ³ /d	Q _{Zu} = 75% x Q _W = 210.000 m ³ /d	Q _{Zu} = 100% x Q _W = 464.000 m ³ /d	Q _{Zu} = 75% x Q _W = 268.800 m ³ /d	Q _{Zu} = 75% x Q _W = 117.600 m ³ /d	Q _{Zu} = 100% x Q _W = 258.000 m ³ /d	Q _{Zu} = 100% x Q _W = 2.929.920 m ³ /d
Durchlauf Zeit/ Anlaufverzögerung [h]:	--- 10,0 h/d	--- 15 h/d	24 h/d	4 h	4 h	ca. 14 h	8 h	
Erl. Zuflussleistungsmenge / Sekundat:	Q _W = 173.160 / 10 = 3.000 = 4,81 m ³ /s	Q _W = 346.640 / 15 = 3.000 = 8,42 m ³ /s	Q _W = 210.000 / 24 = 3.000 = 2,43 m ³ /s	Q _W = 464.000 / 20 = 3.000 = 6,44 m ³ /s	Q _W = 268.800 / 20 = 3.000 = 3,73 m ³ /s	Q _W = 117.600 / 14 = 3.000 = 2,33 m ³ /s	Q _W = 258.000 / 10 = 3.000 = 4,00 m ³ /s	
Verzögerungszulad bei beg. Ebbestrom:	V _z = 100% x Q _W = 480 m ³ /(ha/d)	V _z = 75% x Q _W = 420 m ³ /(ha/d)	V _z = 40 x 5 = 200 = 200 m ³ /(ha/d)	V _z = 40 x 5 = 200 = 200 m ³ /(ha/d)	V _z = Q _W x Q _W x 10 = 224.120 m ³	V _z = 40 x 5 = 200 = 200 m ³ /(ha/d)	V _z = 40 x 5 = 200 = 200 m ³ /(ha/d)	
Speicherbedarf in Beregnungsräumen:	V _S = 480 x 481 = 230.880 m ³	V _S = 420 x 619 = 259.980 m ³	V _S = 400 x 500 = 200.000 m ³	V _S = 200 x 1.160 = 232.000 m ³	V _S = V _z / A _g = 351 = 260 m ³ /ha	V _S = 360 x 280 = 100.800 m ³	V _S = 200 x 720 = 144.000 m ³	
Gesamt-Stauvolumen Beregnungseiche:	---	---	---	---	Großes Brack (A = 6,9 ha)	---	---	
Sonstige Speicherflüsse:	---	---	---	---	---	---	---	
SIELBAUWERK FÜR ZUWÄSSERUNG								
Zuweisung erfolgt aus:	Elbe	Lühe	Lühe	Borsteler Binnenelbe	Borsteler Binnenelbe	Elbe	Elbe	
Berechnung Selsbauwerk:	Neues Dreieck Neuenschleuse	Dreieck "Höher"	Lünedreieck Neuentrichen	Dreieck Borstel	Siel Großes Brack	Elbedreieck Neuenschleuse	Dreieck Moorde	
Anmessungen L / B / H [m]:	44,0 / 3,0 / 3,2 m / 46,0 / 4,0 / 2,5 m	20,00 / 2,00 / 1,70 m	19,0 / DNI 200 zzgl. 0,70 / 1,40 m	62,00 / 3,55 / 2,30 m	2,40 / 1,60 m	50,50 / 1,40 / 1,20 m = 24 m DN 800	25,00 / 1,85 / 2,50 m	
Dampfhöhe [m-NN]:	NN -2,15 m	NN -1,68 m	NN -1,30 m	NN -2,10 m	NN -1,80 m	NN -1,30 m	NN -1,88 m	
Bedingf. / MTHw NN -0,50 m	Bedingf. / MTHw NN -1,26 m	Bedingf. / MTHw NN -0,50 m	Bedingf. / MTHw NN -0,30 m	Nicht gegeben / MW = NN +0,20 m	Nicht gegeben / MW = NN +0,20 m	Stark / MTHw NN -1,19 m	Bedingf. / MTHw NN -1,00 m	
Hydraul. Leistungsfähigkeit:	Q _W = 28.13 m ³ /s > 4,81 ✓	Q _W = 7,88 m ³ /s > 6,45 ✓	Q _W = 2,25 m ³ /s > 2,43 !!	Q _W = 2,65 m ³ /s > 6,44 ✓	Q _W = 4,27 m ³ /s > 3,73 ✓	Q _W = 1,50 m ³ /s > 2,33 !!	Q _W = 12,91 m ³ /s > 4,00 ✓	
Verschluss außen:	Stemmtoppar	Rückschlagklappe	Rückschlagklappe	Stemmtoppar	Stemmtoppar	Rückschlagklappe	Schwimmerklappe, man.	
Verschluss innen:	Hubschütz, manuell	Hubschütz, manuell	Hubschütz, manuell	Hubschütz, manuell	Hubschütz, manuell	Schieber DN 800, manuell	Hubschütz, manuell	
Stauwasserstand zur FSB:	NN + 30 / 0,45 m (0,35 / 0,16)	NN +0,50 m	NN -0,85 m	NN -0,90 m	NN -0,90 m	NN -0,40 -0,80 m	NN -0,30 -0,70 m	
SCHÖPFWERK FÜR ENTWÄSSERUNG								
Entwässerung erfolgt nach:	Elbe über Neuenschl. Helen	Lühe	Lühe	Borsteler Binnenelbe	Elbe	Elbe	Elbe	
Berechnung SW:	Mündungsgewerk Neuenschleuse	Dreieck/Höhen Hohenfelde	Mündungsgewerk Hohenfelde	Mündungsgewerk Borstel	Dreieck SW Lesewig	Dreieck SW Moorde (auch Freiluft)	Dreieck SW Moorde (auch Freiluft)	
Anzahl der Pumpen:	2	2	2	2	2	2	2	
Proteinleistung [W]:	Q _W = 400 = 800 = 1.200 W	777	Q _W = 2 x 800 = 1.600 W	Q _W = 2 x 1.300 = 2.600 W	Q _W = 1.200 = 800 = 2.000 W	Q _W = 85 = 365 = 440 W	Q _W = 2 x 1.100 = 2.200 W	
Beregnungslängende [mha]:	H _g = 1,97 [mha]	---	H _g = 2,04 [mha]	H _g = 2,04 [mha]	H _g = 1,76 [mha]	H _g = 1,25 [mha]	H _g = 1,65 [mha]	
Mittlere Wasserstand [m-NN]:	NN -1,45	777	NN -1,25 m	MW = NN -0,50 m	MW = NN -1,35 m	MW = NN -1,20 m	MW = NN -1,30 m	
Podierung auf Dämme (ja / nein):	ja (2 PSW)	ja (3 PSW)	ja	ja (diverse PSW)	nein	nein	teilweise (3 PSW)	
VERBANDSGEWÄSSER ILI. ORDNUNG								
Lfd. Nr. Verbandsgräber I.I.O.:	Nr. 41	Nr. 20	Nr. 39	Nr. 27	Nr. 29	Nr. 19	Nr. 1	
Berechnung:	Neuenschleuse Weitem	Hohenfelde Weitem	Neuenschleuse Weitem	Jorker Hohenfelde	Königsreich Weitem / Weitem	Hohenfelde Weitem	Moorende Hohenfelde	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	2,075 / 3,02,0 / 1,75 / 1,25	3,000 / 3,8 / 1,0 / 1,50 / 1	1,450	2,880 / 4,0 / 1,40 / 1	5,068 m / 4,0 bis 3,0 / 777 / 1 bis 2	1,870 m / 0,8-2,0 / 1,2 / 1	2,880 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber II.O.:	Nr. 42	Nr. 19	Nr. 40	Nr. 46	Nr. 12	Nr. 7	Nr. 2	
Berechnung:	Neuenschleuse-Wischer Weitem	Hohenfelde Schöpfwerkskanal	Neuenschleuse Weitem	Outer Laskoppe Weitem	Eisacklücke Weitem	Lesewig SW-Kanal / Damm Weitem	Moorende-Friedensche-Weitem	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	1,650 / 2,0-1,0 / 1,75 / 1,25	1,380 / 4,5-2,5 / 1,0 / 1	3,500 /	1,500 / 2,50 / 1,35 / 1	1,000 m / 2,0 bis 1,2 / 777 / 1,5 bis 1	1,575 m / 1,5-2,0 / 1,5 / 1	3,440 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber III.O.:	III.O. Schellingsteden-Ost	III.O. Hohenfelde	III.O. Alte Weitem	Nr. 66	III.O. Eisenkammer Weitem Süd	III.O. Westliche Lesewig Weitem	Nr. 34	
Berechnung:	III.O. Höftrude	---	1,920 /	1,870 / 2,50 / 1,35 / 1	---	III.O. Östliche Lesewig Weitem	Lange-Weg Weitem	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	---	---	---	---	---	III.O. Cranz Weitem	2,015 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber I.I.O.:	---	---	---	---	---	---	Nr.	
Berechnung:	---	---	---	---	---	---	Eisenburger Weitem	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	---	---	---	---	---	---	1,200 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber II.O.:	---	---	---	---	---	---	Nr. 25	
Berechnung:	---	---	---	---	---	---	Höve Weitem	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	---	---	---	---	---	---	2,800 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber III.O.:	---	---	---	---	---	---	Nr. 6	
Berechnung:	---	---	---	---	---	---	Alle Höve Weitem	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	---	---	---	---	---	---	1,050 /	
Lfd. Nr. Verbandsgräber III.O.:	---	---	---	---	---	---	---	
Berechnung:	---	---	---	---	---	---	---	
Anmessungen L / B _W / T / 1 : n:	---	---	---	---	---	---	---	

BAND 1 – ANHANG

B Hydraulische Untersuchungen

B-1 Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung - Defizitanalyse 1. Meile

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens

- Derzeitige Berechnungsflächen (Ist-Situation) Blatt 1
- Berechnungsflächen nach Rahmenentwürfen Blatt 2
 (zukünftige Situation)

Siebauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungslf. A _{Bar.}	Spez. Wasserbedarf q _{Bar.}	Ber.menge Q _{Bar.}	Sieلزzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Sei}	vorrh. Abfluss vorrh. Q _{Sei} (l.M.)	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _S	Fließgeschw. im Sielequerschnitt			
	[2]	[3]	[4]	[6]	[7]=[5]/[6]	[8]	[9]	[10]=[([8]*[7])/[6]	[11]=[10]/[2]	b [m]	h [m]	A [m²]	v [m/s]
										[12]	[13]	[14]=[12]*[13]	[15]=[7]/[14]
1 Schwinke-Deichsiel Symphonie SV Wöhrden	52,56 ha	40 m³/haxh	14 h/d	19 h/d	0,430 m³/s	3,820 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,40	1,96	0,220
				17 h/d	0,481 m³/s	3,556 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,40	1,96	0,245
				15 h/d	0,545 m³/s	3,140 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,40	1,96	0,278
				13 h/d	0,629 m³/s	2,605 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,40	1,96	0,321
2 Elbdeichsiel Bassentfleth (S8) Bassentflether SV	86,95 ha	40 m³/haxh	14 h/d	11,8 h/d	1,146 m³/s	2,200 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	1,50	1,40	2,10	0,546
				9,8 h/d	1,380 m³/s	2,048 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	1,50	1,40	2,10	0,657
				7,8 h/d	1,734 m³/s	1,808 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	1,50	1,40	2,10	0,826
				5,8 h/d	2,332 m³/s	1,500 m³/s	68%	ja	200 m³/ha	1,50	1,40	2,10	1,110
3 Elbdeichsiel Twielenfleth (S9) Twielenflether SV Hollerner Binnen-SV WaBoV Agathenburger Moor Hollerner Moor-SV	467,63 ha	40 m³/haxh	14 h/d	17,6 h/d	4,133 m³/s	8,469 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	2,20	1,50	3,30	1,252
				15,6 h/d	4,663 m³/s	7,885 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	2,20	1,50	3,30	1,413
				13,6 h/d	5,349 m³/s	6,962 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	2,20	1,50	3,30	1,621
				11,6 h/d	6,271 m³/s	5,776 m³/s	68%	ja	44 m³/ha	2,20	1,50	3,30	1,900
4 Elbdeichsiel Wetterndorf (S10) Wetterndorfer SV Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	581,04 ha	40 m³/haxh	14 h/d	18 h/d	5,021 m³/s	16,540 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	2,60	2,65	6,89	0,729
				16 h/d	5,649 m³/s	15,399 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	2,60	2,65	6,89	0,820
				14 h/d	6,456 m³/s	13,596 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	2,60	2,65	6,89	0,937
				12 h/d	7,532 m³/s	11,280 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	2,60	2,65	6,89	1,093
5 Lühe-Deichsiel Neuhof Guderhandvierteler Vor-SV Horneburg-Dollerner-Moor-SV	302,07 ha	40 m³/haxh	14 h/d	20 h/d	2,349 m³/s	1,920 m³/s	100%	-30.919 m³	102 m³/ha	0,60	0,80	0,48	4,895
				18 h/d	2,610 m³/s	1,788 m³/s	93%	ja	177 m³/ha	0,60	0,80	0,48	5,439
				16 h/d	2,937 m³/s	1,578 m³/s	82%	ja	259 m³/ha	0,60	0,80	0,48	6,118
				14 h/d	3,356 m³/s	1,309 m³/s	68%	ja	342 m³/ha	0,60	0,80	0,48	6,992
6 Lühe-Deichsiel Grünendeich Sassen-SV Grünendeich	7,5 ha	40 m³/haxh	14 h/d	18 h/d	0,065 m³/s	1,000 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	1,00	1,00	1,00	0,065
				16 h/d	0,073 m³/s	0,931 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	1,00	1,00	1,00	0,073
				14 h/d	0,083 m³/s	0,822 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	1,00	1,00	1,00	0,083
				12 h/d	0,097 m³/s	0,692 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	1,00	1,00	1,00	0,097

=

=

=

Reduzierung um 2 h

Reduzierung um 4 h

Reduzierung um 6 h

%-uale Reduzierung

der Abflussleistung

V_S > gefordert V_S

v > 1,5 m/s

Sielbauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungslf. A _{Ber.}	Spez. Wasserbedarf		Ber.menge Q _{Ber.}	Sielzugzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Sel}	vorh. Abfluss vorh. Q _{Sel} (i.M.)		Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _s	Fließgeschw. im Sielquerschnitt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		q _{Ber.}	[4]				[5]=2x[3]x[4]	[6]				[7]=[5] [6]	[8]	[9]	[10]=([8]-[7])x[6]	[11]=[10] [2]	b [m]	h [m]	A [m²]	v [m/s]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							



V_S > gef. V_S v > 1,5 m/s

BAND 1 – ANHANG

B Hydraulische Untersuchungen

B-2 Zeitgestaffelte Einschränkung der Zuwässerung - Defizitanalyse 2. Meile

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens

- Derzeitige Berechnungsflächen (Ist-Situation) Blatt 1
- Berechnungsflächen nach Rahmenentwürfen Blatt 2
 (zukünftige Situation)

Nr. Stelbauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungsfli. A _{Ber.}	Spez. Wasserbedarf q _{Ber.}	Ber.menge Q _{Ber.}	Stielzugzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Stel}	vorh. Abfluss vorh. Q _{Stel} (i.M.)	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _s	Fließgeschw. im Stielquerschnitt			
										b [m]	h [m]	A [m²]	v [m/s]
	[2]	[3]	[4]	[5]=[2]x[3]x[4]	[7]=[5]/[6]	[8]	[9]	[10]=[([8]-[7])x[6]]	[11]=[10]/[2]	[12]	[13]	[14]=[12]x[13]	[15]=[7]/[14]
1 Elbdeichsiel Neuenschleuse (S11) WaBoV Neuenschleuse-Wisch	255,27 ha	40 m³/haxh	14 h/d	142.951 m³/d	10 h/d	3,971 m³/s	nein	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	0,414
					8 h/d	4,964 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	0,517
					6 h/d	6,618 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	0,689
					4 h/d	9,927 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	1,034
2 Lühe-Deichsiel Neuenkirchen Neuenkirchener Vor-SV	229,98 ha	40 m³/haxh	14 h/d	128.789 m³/d	24 h/d	1,491 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	0,70	1,40	0,98	1,521
					22 h/d	1,626 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	0,70	1,40	0,98	1,659
					20 h/d	1,789 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	0,70	1,40	0,98	1,825
					18 h/d	1,987 m³/s	68%	ja	128 m³/ha	0,70	1,40	0,98	2,028
3 Lühe-Deichsiel Höhen SV Hohenfelde	297,23 ha	40 m³/haxh	14 h/d	166.449 m³/d	15 h/d	3,082 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	2,00	1,70	3,40	0,907
					13 h/d	3,557 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	2,00	1,70	3,40	1,046
					11 h/d	4,203 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	2,00	1,70	3,40	1,236
					9 h/d	5,137 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	2,00	1,70	3,40	1,511
4/5 Elbdeichsiel Hahnöfers.-Ost (S13) (übergeordnet, Summe aus 4 + 5) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop SV Königreich-Westmoorende	1.024,76 ha	40 m³/haxh	14 h/d	573.866 m³/d	12 h/d	13,284 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	1,384
					10 h/d	15,941 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	1,660
					8 h/d	19,926 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	3,00	3,20	9,60	2,076
					6 h/d	26,568 m³/s	68%	ja	87 m³/ha	3,00	3,20	9,60	2,767
4 Deichsiel Borstel (Binnenelbe) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop	676,98 ha	40 m³/haxh	14 h/d	379.109 m³/d	20 h/d	5,265 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	3,55	2,30	8,17	0,645
					18 h/d	5,850 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	3,55	2,30	8,17	0,717
					16 h/d	6,582 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	3,55	2,30	8,17	0,806
					14 h/d	7,522 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	3,55	2,30	8,17	0,921
5 Deichsiel Gr. Brack (Binnenelbe) SV Königreich-Westmoorende	347,78 ha	40 m³/haxh	14 h/d	194.757 m³/d	20 h/d	2,705 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	2,40	1,60	3,84	0,704
					18 h/d	3,006 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	2,40	1,60	3,84	0,783
					16 h/d	3,381 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	2,40	1,60	3,84	0,881
					14 h/d	3,864 m³/s	68%	ja	138 m³/ha	2,40	1,60	3,84	1,006
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	37,22 ha	40 m³/haxh	14 h/d	20.843 m³/d	10 h/d	0,579 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,20	1,68	0,345
					8 h/d	0,724 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,20	1,68	0,431
					6 h/d	0,965 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	1,40	1,20	1,68	0,574
					4 h/d	1,447 m³/s	68%	ja	164 m³/ha	1,40	1,20	1,68	0,862
7 Este-Deichsiel Moorende EV Estemarsch (III. Meile)	471,01 ha	40 m³/haxh	14 h/d	263.766 m³/d	16 h/d	4,579 m³/s	100%	0 m³	0 m³/ha	1,85	2,50	4,63	0,990
					14 h/d	5,233 m³/s	93%	0 m³	0 m³/ha	1,85	2,50	4,63	1,132
					12 h/d	6,106 m³/s	82%	0 m³	0 m³/ha	1,85	2,50	4,63	1,320
					10 h/d	7,327 m³/s	68%	0 m³	0 m³/ha	1,85	2,50	4,63	1,564

2.663,25

= Reduzierung um 2 h

= Reduzierung um 4 h

= Reduzierung um 6 h

%-uale Reduzierung
der Abflussleistung

V_s > gefordert V_s

v > 1,5 m/s

Nr. Stiebauwerk / Bewässerungseinheit	Beregnungsfli. A _{Ber.}	Spez. Wasserbedarf q _{Ber.}	Ber.menge Q _{Ber.}	Stielzugzeit ist / reduziert	erf. Durchfluss erf. Q _{Stiel}	vorh. Abfluss vorh. Q _{Stiel} (i.M.)	Defizit ja / nein	Volumendefizit Δ Q	erf. Speicher- bedarf V _s	Fließgeschw. im Stielquerschnitt			
										b [m]	h [m]	A [m ²]	v [m/s]
					[7]/[5]/[6]	[8]	[9]	[10]=([8]-[7])x[6]	[11]=[10]/[2]	[12]	[13]	[14]=[12]x[13]	[15]=[7]/[14]
1 Elbdeichstiel Neuenschleuse (S11) WaBoV Neuenschleuse-Wisch	481 ha	40 m³/haxh	14 h/d	269.360 m³/d	10 h/d	7,482 m³/s	100%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	0,779
					8 h/d	9,353 m³/s	93%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	0,974
					6 h/d	12,470 m³/s	82%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	1,299
					4 h/d	18,706 m³/s	68%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	1,948
2 Lühe-Deichstiel Neuenkirchen Neuenkirchener Vor-SV	500 ha	40 m³/haxh	14 h/d	280.000 m³/d	24 h/d	3,241 m³/s	100%	ja	171 m³	0,70	1,40	0,98	3,307
					22 h/d	3,535 m³/s	93%	ja	228 m³	0,70	1,40	0,98	3,608
					20 h/d	3,889 m³/s	82%	ja	294 m³	0,70	1,40	0,98	3,968
					18 h/d	4,321 m³/s	68%	ja	361 m³	0,70	1,40	0,98	4,409
3 Lühe-Deichstiel Höhen SV Hohenfelde	619 ha	40 m³/haxh	14 h/d	346.640 m³/d	15 h/d	6,419 m³/s	100%	nein	0 m³	2,00	1,70	3,40	1,888
					13 h/d	7,407 m³/s	93%	ja	5 m³	2,00	1,70	3,40	2,178
					11 h/d	8,754 m³/s	82%	ja	146 m³	2,00	1,70	3,40	2,575
					9 h/d	10,699 m³/s	68%	ja	279 m³	2,00	1,70	3,40	3,147
4/5 Elbdeichstiel Hahnöfers.-Ost (S13) (übergeordnet, Summe aus 4 + 5) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop SV Königreich-Westmoorende	1.800,00 ha 1160 ha 640 ha	40 m³/haxh	14 h/d	1.008.000 m³/d	12 h/d	23,333 m³/s	100%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	2,431
					10 h/d	28,000 m³/s	93%	nein	0 m³	3,00	3,20	9,60	2,917
					8 h/d	35,000 m³/s	82%	ja	127 m³	3,00	3,20	9,60	3,646
					6 h/d	46,667 m³/s	68%	ja	281 m³	3,00	3,20	9,60	4,861
4 Deichstiel Borstel (B. Binnenelbe) WaBoV Jork-Borstel-Ladekop	1160 ha	40 m³/haxh	14 h/d	649.600 m³/d	20 h/d	9,022 m³/s	100%	nein	0 m³	3,55	2,30	8,17	1,105
					18 h/d	10,025 m³/s	93%	nein	0 m³	3,55	2,30	8,17	1,228
					16 h/d	11,278 m³/s	82%	nein	0 m³	3,55	2,30	8,17	1,381
					14 h/d	12,889 m³/s	68%	nein	0 m³	3,55	2,30	8,17	1,579
5 Deichstiel Gr. Brack (B. Binnenelbe) SV Königreich-Westmoorende	640 ha	40 m³/haxh	14 h/d	358.400 m³/d	20 h/d	4,978 m³/s	100%	ja	80 m³	2,40	1,60	3,84	1,296
					18 h/d	5,531 m³/s	93%	ja	157 m³	2,40	1,60	3,84	1,440
					16 h/d	6,222 m³/s	82%	ja	244 m³	2,40	1,60	3,84	1,620
					14 h/d	7,111 m³/s	68%	ja	331 m³	2,40	1,60	3,84	1,852
6 Elbdeichschleuse Hinterbrack (S14) SV Cranz-Leeswig-Hinterbrack	280 ha	40 m³/haxh	14 h/d	156.800 m³/d	10 h/d	4,356 m³/s	100%	ja	367 m³	1,40	1,20	1,68	2,593
					8 h/d	5,444 m³/s	93%	ja	416 m³	1,40	1,20	1,68	3,241
					6 h/d	7,259 m³/s	82%	ja	465 m³	1,40	1,20	1,68	4,321
					4 h/d	10,889 m³/s	68%	ja	507 m³	1,40	1,20	1,68	6,481
7 Este-Deichstiel Moorende EV Estemarsch (III. Meile)	720 ha	40 m³/haxh	14 h/d	403.200 m³/d	16 h/d	7,000 m³/s	100%	nein	0 m³	1,85	2,50	4,63	1,514
					14 h/d	8,000 m³/s	93%	nein	0 m³	1,85	2,50	4,63	1,730
					12 h/d	9,333 m³/s	82%	nein	0 m³	1,85	2,50	4,63	2,018
					10 h/d	11,200 m³/s	68%	ja	120 m³	1,85	2,50	4,63	2,422

=

=

=

Reduzierung um 2 h

Reduzierung um 4 h

Reduzierung um 6 h

%-uale Reduzierung
der Abflussleistung

V_s > gef. V_s

v > 1,5 m/s

BAND 1 – ANHANG

C Hydraulische Nachweise

C-1 Zentraler Speicherraum 1. Meile

Bauwerksnachweise – Durchflussleistung am
Wasserentnahmepunkt „Durchfluss unter Schütz“

- Sielbauwerk Schwinge

Blatt 1

- Sielbauwerk Lühe

Blatt 2

Durchflussmengen und Fließgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Außenwasserständen

Formel für "Durchfluss aus kleiner Öffnung":

$$Q = c \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot h)^{0,5} \quad \text{und} \quad v = Q / (a \cdot b)$$

h = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, binnen

a = Höhe Öffnung

b = Breite Öffnung

h_u = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, außen (abhängig vom Tideverlauf)

μ = Beiwert für scharfkantige Öffnung

c = Abminderungsfaktor (unvollständiger Durchfluss, reduzierender Einfluss des Unterwassers)

Q = Durchflussmenge

v = Fließgeschwindigkeit

Wasserstand Schwinge MW		Abmessungen der Schützöffnung				Wasserstand Speicherraum		Verhältnis WSP/ Öffnung		Beiwerte		Ergebnis		Bemerkung
WSP [m+NN]	h [m]	Sohle [m+NN]	a [m]	b [m]	A [m²]	WSP [m+NN]	hu [m]	h/a [-]	hu/a [-]	μ [-]	c [-]	Q [m³/s]	v [m/s]	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	-0,50	0,00	1,70	0,00	0,559	1,00	1,679	2,60	erf. Q = 1,677 m³/s
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	-0,40	0,10	1,70	0,15	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	-0,30	0,20	1,70	0,31	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	-0,20	0,30	1,70	0,46	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	-0,10	0,40	1,70	0,62	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	0,00	0,50	1,70	0,77	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	0,10	0,60	1,70	0,93	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	0,20	0,70	1,70	1,08	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,65	1,00	0,65	0,30	0,80	1,70	1,24	0,559	1,00	1,679	2,60	
0,60	1,10	-0,50	0,73	1,00	0,73	0,40	0,90	1,51	1,23	0,562	0,88	1,677	2,30	
0,60	1,10	-0,50	0,90	1,00	0,90	0,50	1,00	1,22	1,11	0,578	0,70	1,692	1,88	reduzierender c-Wert (Einfluss UW)

Ergebnis: Auch bei steigenden Unterwasserständen reicht eine Schützöffnung von a = 0,65 m aus; erst bei Annäherung der Wasserstände ergibt sich ein Einfluss des Unterwassers, der eine größere Schützöffnung bedingt.

Durchflussmengen und Fließgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Außenwasserständen

Formel für "Durchfluss aus kleiner Öffnung":

$$Q = c \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot h)^{0,5} \quad \text{und} \quad v = Q / (a \cdot b)$$

h = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, binnen

a = Höhe Öffnung

b = Breite Öffnung

h_u = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, außen (abhängig vom Tideverlauf)

μ = Beiwert für scharfkantige Öffnung

c = Abminderungsfaktor (unvollständiger Durchfluss, reduzierender Einfluss des Unterwassers)

Q = Durchflussmenge

v = Fließgeschwindigkeit

Wasserstand Lühe MW		Abmessungen der Schützöffnung				Wasserstand Speicherraum		Verhältnis WSP/ Öffnung		Beiwerte		Ergebnis		Bemerkung
WSP [m+NN]	h [m]	Sohle [m+NN]	a [m]	b [m]	A [m²]	WSP [m+NN]	hu [m]	h/a [-]	hu/a [-]	μ [-]	c [-]	Q [m³/s]	v [m/s]	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	-0,50	0,00	4,90	0,00	0,580	1,00	0,549	3,09	erf. Q = 0,549 m³/s
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	-0,40	0,10	4,90	0,34	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	-0,30	0,20	4,90	0,68	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	-0,20	0,30	4,90	1,01	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	-0,10	0,40	4,90	1,35	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	0,00	0,50	4,90	1,69	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	0,10	0,60	4,90	2,03	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,30	0,60	0,18	0,20	0,70	4,90	2,36	0,580	1,00	0,549	3,09	
0,95	1,45	-0,50	0,33	0,60	0,20	0,30	0,80	4,39	2,42	0,577	0,90	0,548	2,77	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,60	0,21	0,40	0,90	4,14	2,57	0,576	0,85	0,548	2,61	
0,95	1,45	-0,50	0,46	0,60	0,28	0,50	1,00	3,13	2,16	0,569	0,65	0,548	1,97	reduzierender c-Wert (Einfluss UW)

Ergebnis: Auch bei steigenden Unterwasserständen reicht eine Schützöffnung von a = 0,30 m aus; erst bei Annäherung der Wasserstände ergibt sich ein Einfluss des Unterwassers, der eine größere Schützöffnung bedingt.

BAND 1 – ANHANG

C Hydraulische Nachweise

C-2 Zentraler Speicherraum 1. Meile

Gewässernachweise - Durchflussleistung der geplanten

Zu- und Ablaufgewässer zum zentralen Speicherraum

Formel nach MANNING-STRICKLER für offene Gerinne

- Zulaufgewässer Schwinge – Speicherraum 1	Blatt 1
- Zulaufgewässer Lühe – Speicherraum 1	Blatt 2
- Ablaufgewässer SR – Brücke Schw. Graben	Blatt 3
- Ablaufgewässer SR – Ausbau Schw. Graben	Blatt 4
- Ablaufgewässer SR – Brücke Moorwettern	Blatt 5

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

1. Meile - Zulaufwettern Schwinge - Speicherraum

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. MQ = 1,677 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,10	0,00	14,00
Breite b _i (WSP)	0,00	10,70	0,00	12,95
n _i	1,5	1,5	1,5	
h _{1i}	0,00	0,75	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	-	0,00	
I [‰]	0,100	0,100	0,100	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	8,87	0,00
L _{ui}	0,000	13,404	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,662	0,000

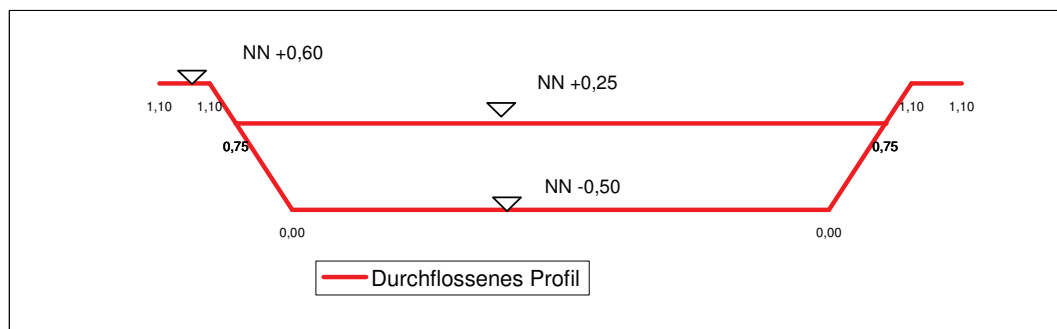
Abflusswerte

v _i	0,000	0,190	0,000
Q	0,000	1,684	0,000

Ergebnis

Q _{ges.} =	1,684 m³/s	>	1,677 m³/s
A _{ges} =	8,87 m²		= erf. MQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

1. Meile - Zulaufwettern Lühe - Speicherraum

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. MQ = 0,549 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,00	0,00	5,00
Breite b _i (WSP)	0,00	2,00	0,00	4,43
n _i	1,5	1,5	1,5	
h _{1i}	0,00	0,81	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	-	0,00	
I [‰]	0,171	0,171	0,171	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	2,60	0,00
L _{ui}	0,000	4,920	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,529	0,000

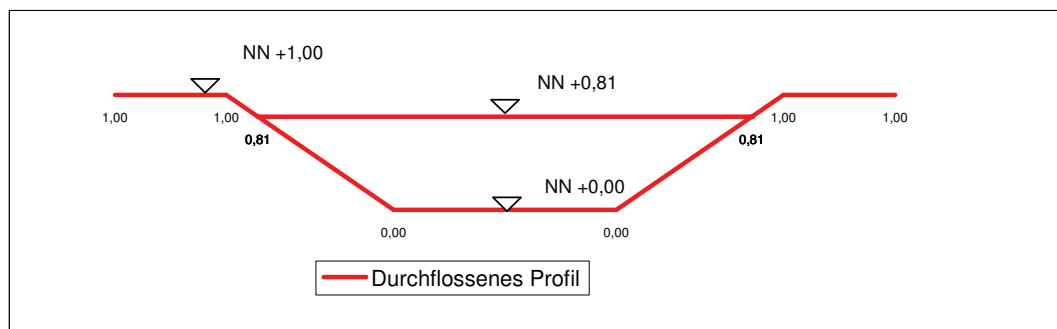
Abflusswerte

v _i	0,000	0,214	0,000
Q	0,000	0,557	0,000

Ergebnis

Q _{ges.} =	0,557 m³/s	>	0,549 m³/s
A _{ges} =	2,60 m²		= erf. MQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

1. Meile - Ablauf Speicherraum - Brücke Schwarzer Graben

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

$$\text{erf. HQ} = 2,778 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	1,10	1,66	1,10	9,64
Breite b _i (WSP)	1,00	1,00	1,00	4,84
n _i	0	2	0	
h _{1i}	0,00	0,46	0,00	
h _{2i}	0,90	0,90	0,90	
h _{3i}	0,80	0,00	0,80	
I [‰]	0,880	0,880	0,880	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,85	3,44	0,85
L _{ui}	1,805	4,857	1,805
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,471	0,708	0,471

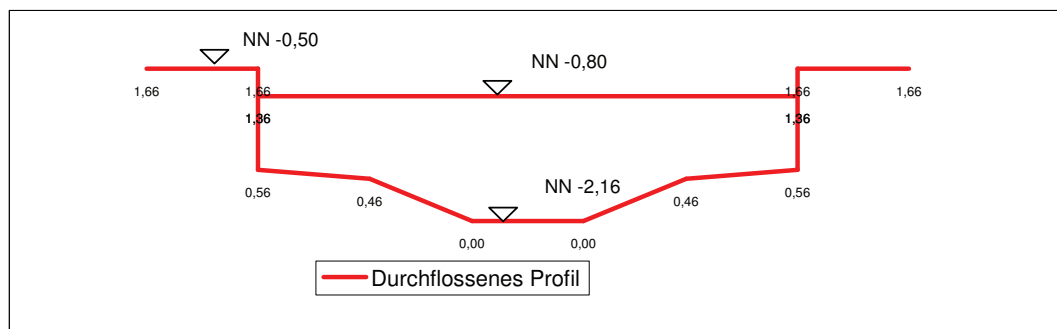
Abflusswerte

v _i	0,449	0,589	0,449
Q	0,382	2,026	0,382

Ergebnis

Q _{ges.} =	2,789 m ³ /s	>	2,778 m ³ /s
A _{ges} =	5,14 m ²		= erf. HQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

1. Meile - Ablauf Speicherraum - Schwarzer Graben

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. HQ = 2,778 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,66	0,00	8,14
Breite b _i (WSP)	0,00	1,50	0,00	6,94
n _i	2	2	2	
h _{1i}	0,00	1,36	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	0,00	0,00	
I [‰]	0,565	0,565	0,565	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	5,74	0,00
L _{ui}	0,000	7,582	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,757	0,000

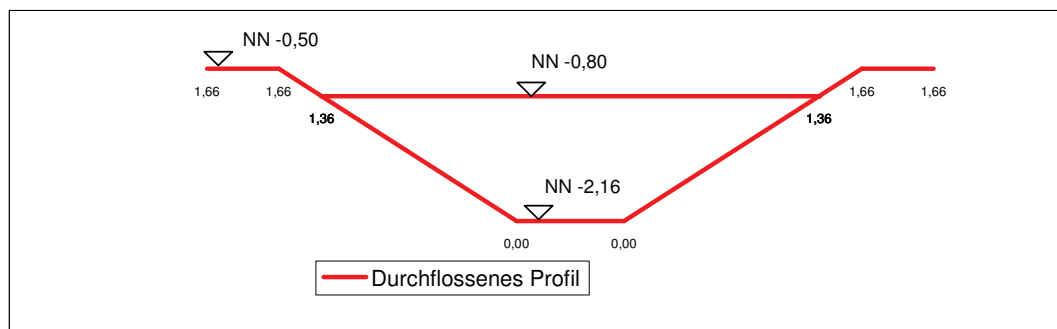
Abflusswerte

v _i	0,000	0,494	0,000
Q	0,000	2,833	0,000

Ergebnis

Q _{ges.} =	2,833 m³/s	>	2,778 m³/s
A _{ges.} =	5,74 m²		= erf. HQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

1. Meile - Ablauf Speicherraum - Brücke Moorwettern / Schöpfwerkskanal

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. HQ = 2,778 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	1,10	2,19	1,10	13,48
Breite b _i (WSP)	1,00	6,00	1,00	10,60
n _i	0	1,25	0	
h _{1i}	0,00	1,04	0,00	
h _{2i}	0,85	0,85	0,85	
h _{3i}	0,75	0,00	0,75	
I [‰]	0,034	0,034	0,034	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,80	14,90	0,80
L _{ui}	1,755	11,030	1,755
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,456	1,351	0,456

Abflusswerte

v _i	0,086	0,178	0,086
Q	0,069	2,655	0,069

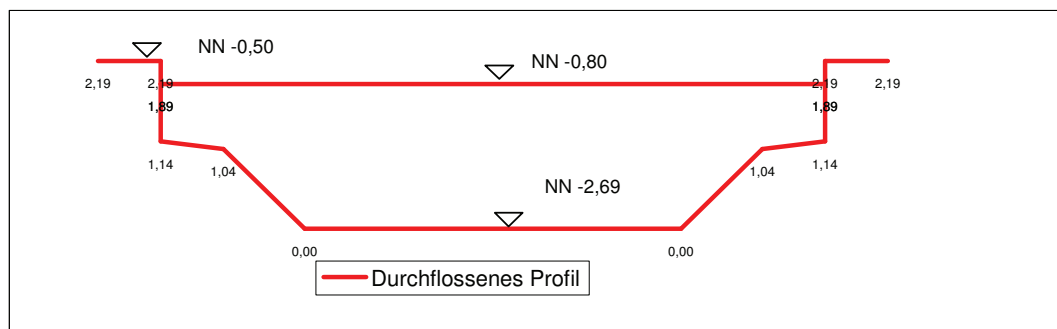
Ergebnis

Q _{ges.} =	2,793 m³/s
A _{ges} =	16,50 m²

>

2,778 m³/s
= erf. HQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

BAND 1 – ANHANG

D Hydraulische Nachweise

D-1 Zentrale Speicherräume 2. Meile

Bauwerksnachweise – Durchflussleistung am
Wasserentnahmepunkt „Durchfluss unter Schütz“

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| - Sielbauwerk Lühe – Speicherraum 1 | Blatt 1 |
| - Sielbauwerk Este – Speicherraum 2 | Blatt 2 |
| - Sielbauwerk Este – Speicherraum 3 | Blatt 3 |

Durchflussmengen und Fließgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Außenwasserständen

Formel für "Durchfluss aus kleiner Öffnung":

$$Q = c \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot h)^{0,5} \quad \text{und} \quad v = Q / (a \cdot b)$$

h = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, binnen

a = Höhe Öffnung

b = Breite Öffnung

h_u = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, außen (abhängig vom Tideverlauf)

μ = Beiwert für scharfkantige Öffnung

c = Abminderungsfaktor (unvollständiger Durchfluss, reduzierender Einfluss des Unterwassers)

Q = Durchflussmenge

v = Fließgeschwindigkeit

Wasserstand Lühe MW		Abmessungen der Schützöffnung				Wasserstand Speicherraum		Verhältnis WSP/ Öffnung		Beiwerte		Ergebnis		Bemerkung
WSP [m+NN]	h [m]	Sohle [m+NN]	a [m]	b [m]	A [m²]	WSP [m+NN]	hu [m]	h/a [-]	hu/a [-]	μ [-]	c [-]	Q [m³/s]	v [m/s]	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	-0,50	0,00	6,90	0,00	0,587	1,00	0,394	3,13	erf. Q = 0,392 m³/s
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	-0,40	0,10	6,90	0,48	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	-0,30	0,20	6,90	0,95	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	-0,20	0,30	6,90	1,43	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	-0,10	0,40	6,90	1,90	0,587	1,00	0,394	3,13	reduzierender c-Wert (Einfluss UW)
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	0,00	0,50	6,90	2,38	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	0,10	0,60	6,90	2,86	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,21	0,60	0,13	0,20	0,70	6,90	3,33	0,587	1,00	0,394	3,13	
0,95	1,45	-0,50	0,23	0,60	0,14	0,30	0,80	6,30	3,48	0,585	0,90	0,388	2,81	
0,95	1,45	-0,50	0,25	0,60	0,15	0,40	0,90	5,80	3,60	0,583	0,85	0,397	2,64	
0,95	1,45	-0,50	0,33	0,60	0,20	0,50	1,00	4,39	3,03	0,577	0,65	0,396	2,00	

Ergebnis: Auch bei steigenden Unterwasserständen reicht eine Schützöffnung von a = 0,21 m aus; erst bei Annäherung der Wasserstände ergibt sich ein Einfluss des Unterwassers, der eine größere Schützöffnung bedingt.

Durchflussmengen und Fließgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Außenwasserständen

Formel für "Durchfluss aus kleiner Öffnung":

$$Q = c \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot h)^{0,5} \quad \text{und} \quad v = Q / (a \cdot b)$$

h = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, binnen

a = Höhe Öffnung

b = Breite Öffnung

h_u = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, außen (abhängig vom Tideverlauf)

μ = Beiwert für scharfkantige Öffnung

c = Abminderungsfaktor (unvollständiger Durchfluss, reduzierender Einfluss des Unterwassers)

Q = Durchflussmenge

v = Fließgeschwindigkeit

Wasserstand Este MW		Abmessungen der Schützöffnung				Wasserstand Speicherraum		Verhältnis WSP/ Öffnung		Beiwerte		Ergebnis		Bemerkung
WSP [m+NN]	h [m]	Sohle [m+NN]	a [m]	b [m]	A [m²]	WSP [m+NN]	hu [m]	h/a [-]	hu/a [-]	μ [-]	c [-]	Q [m³/s]	v [m/s]	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	-0,50	0,00	4,11	0,00	0,575	1,00	0,867	3,07	erf. Q = 0,866 m³/s
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	-0,40	0,10	4,11	0,28	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	-0,30	0,20	4,11	0,57	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	-0,20	0,30	4,11	0,85	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	-0,10	0,40	4,11	1,13	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	0,00	0,50	4,11	1,42	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	0,10	0,60	4,11	1,70	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,35	0,80	0,28	0,20	0,70	4,11	1,98	0,575	1,00	0,867	3,07	
0,95	1,45	-0,50	0,39	0,80	0,32	0,30	0,80	3,68	2,03	0,573	0,90	0,866	2,75	
0,95	1,45	-0,50	0,42	0,80	0,34	0,40	0,90	3,45	2,14	0,571	0,85	0,870	2,59	
0,95	1,45	-0,50	0,55	0,80	0,44	0,50	1,00	2,62	1,81	0,564	0,65	0,866	1,96	reduzierender c-Wert (Einfluss UW)

Ergebnis: Auch bei steigenden Unterwasserständen reicht eine Schützöffnung von a = 0,35 m aus; erst bei Annäherung der Wasserstände ergibt sich ein Einfluss des Unterwassers, der eine größere Schützöffnung bedingt.

Durchflussmengen und Fließgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Außenwasserständen

Formel für "Durchfluss aus kleiner Öffnung":

$$Q = c \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot h)^{0,5} \quad \text{und} \quad v = Q / (a \cdot b)$$

h = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, binnen

a = Höhe Öffnung

b = Breite Öffnung

h_u = Wasserstandshöhe über UK Öffnung, außen (abhängig vom Tideverlauf)

μ = Beiwert für scharfkantige Öffnung

c = Abminderungsfaktor (unvollständiger Durchfluss, reduzierender Einfluss des Unterwassers)

Q = Durchflussmenge

v = Fließgeschwindigkeit

Wasserstand Este MW		Abmessungen der Schützöffnung				Wasserstand Speicherraum		Verhältnis WSP/ Öffnung		Beiwerte		Ergebnis		Bemerkung
WSP [m+NN]	h [m]	Sohle [m+NN]	a [m]	b [m]	A [m²]	WSP [m+NN]	hu [m]	h/a [-]	hu/a [-]	μ [-]	c [-]	Q [m³/s]	v [m/s]	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	-0,50	1,50	42,31	23,08	0,605	1,00	0,578	4,45	erf. Q = 0,577 m³/s
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	-0,40	1,60	42,31	24,62	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	-0,30	1,70	42,31	26,15	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	-0,20	1,80	42,31	27,69	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	-0,10	1,90	42,31	29,23	0,605	1,00	0,578	4,45	reduzierender c-Wert (Einfluss UW)
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	0,00	2,00	42,31	30,77	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	0,10	2,10	42,31	32,31	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,13	0,20	2,20	42,31	33,85	0,605	1,00	0,578	4,45	
0,75	2,75	-2,00	0,07	2,00	0,14	0,30	2,30	38,19	31,94	0,605	0,90	0,576	4,00	
0,75	2,75	-2,00	0,08	2,00	0,15	0,40	2,40	35,71	31,17	0,605	0,85	0,581	3,78	
0,75	2,75	-2,00	0,10	2,00	0,20	0,50	2,50	27,50	25,00	0,603	0,65	0,576	2,88	

Ergebnis: Auch bei steigenden Unterwasserständen reicht eine Schützöffnung von a = 0,07 m aus; erst bei Annäherung der Wasserstände ergibt sich ein Einfluss des Unterwassers, der eine größere Schützöffnung bedingt.

BAND 1 – ANHANG

D Hydraulische Nachweise

D-2 Zentrale Speicherräume 2. Meile

Gewässernachweise - Durchflussleistung der geplanten

Zu- und Ablaufgewässer zu den Speicherräumen

Formel nach MANNING-STRICKLER für offene Gerinne

- | | |
|--|---------|
| - Zulaufgewässer Lühe – Speicherraum 1 | Blatt 1 |
| - Zulaufgewässer Este – Speicherraum 2 | Blatt 2 |
| - Ablaufgewässer SR 3 – EV Estemarsch | Blatt 3 |

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

2. Meile - Zulaufwettern Lühe - Speicherraum 1

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

$$\text{erf. MQ} = 0,392 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,00	0,00	4,50
Breite b _i (WSP)	0,00	1,50	0,00	3,36
n _i	1,5	1,5	1,5	
h _{1i}	0,00	0,62	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	-	0,00	
I [‰]	0,382	0,382	0,382	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	1,51	0,00
L _{ui}	0,000	3,735	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,403	0,000

Abflusswerte

v _i	0,000	0,267	0,000
Q	0,000	0,402	0,000

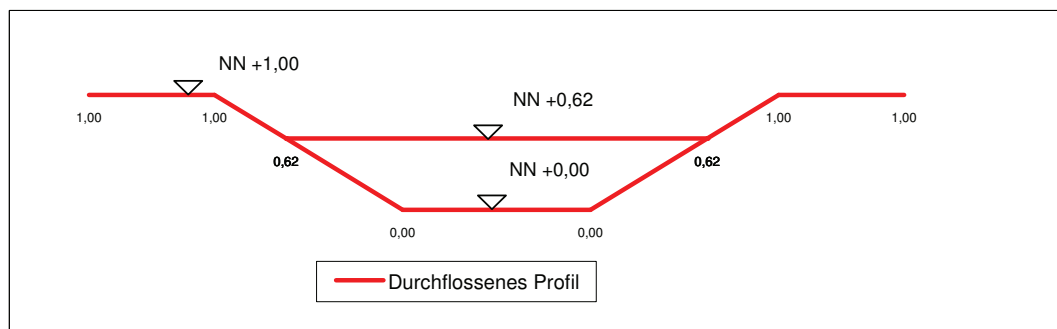
Ergebnis

Q _{ges.} =	0,402 m ³ /s
A _{ges} =	1,51 m ²

>

0,392 m ³ /s
= erf. MQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

2. Meile - vorh. Zulauf Este - Speicherraum 2

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. MQ = 0,866 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,00	0,00	4,50
Breite b _i (WSP)	0,00	1,50	0,00	3,96
n _i	1,5	1,5	1,5	
h _{1i}	0,00	0,82	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	0,00	0,00	
I [‰]	0,625	0,625	0,625	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	2,24	0,00
L _{ui}	0,000	4,457	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,502	0,000

Abflusswerte

v _i	0,000	0,395	0,000
Q	0,000	0,884	0,000

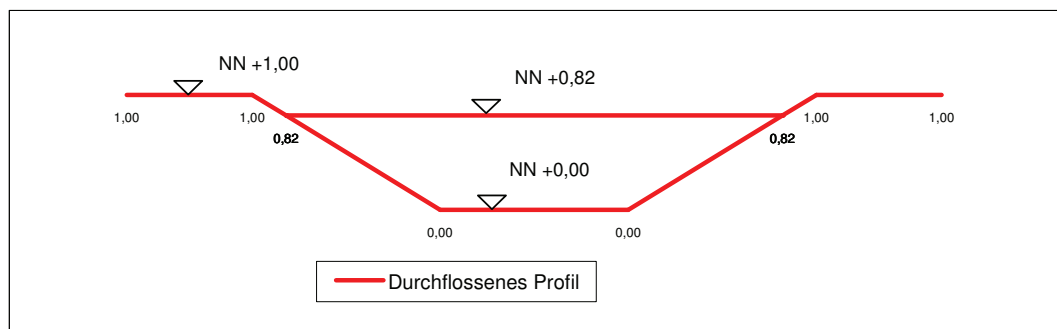
Ergebnis

Q _{ges.} =	0,884 m³/s
A _{ges.} =	2,24 m²

>

0,866 m³/s
= erf. MQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

Durchflussberechnung nach Manning-Strickler
für Gerinne ohne Uferholz

2. Meile - Ablaufwettern Speicherraum 3 - Anbaufläche

$$Q = A \times v = A \times (k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2})$$

erf. HQ = 2,604 m³/s

Gerinneparameter

	Bewuchszone links	Hauptgerinne	Bewuchszone rechts	Gesamt-breite
Tiefe t (OKG)	0,00	1,50	0,00	7,00
Breite b _i (WSP)	0,00	2,50	0,00	5,44
n _i	1,5	1,5	1,5	
h _{1i}	0,00	0,98	0,00	
h _{2i}	0,00	0,00	0,00	
h _{3i}	0,00	0,00	0,00	
I [‰]	1,330	1,330	1,330	
k _{st} [m ^{1/3} /s]	25	25	25	

Zwischenwerte

A _i	0,00	3,89	0,00
L _{ui}	0,000	6,033	0,000
r _{hyi} = A _i /l _{ui}	0,000	0,645	0,000

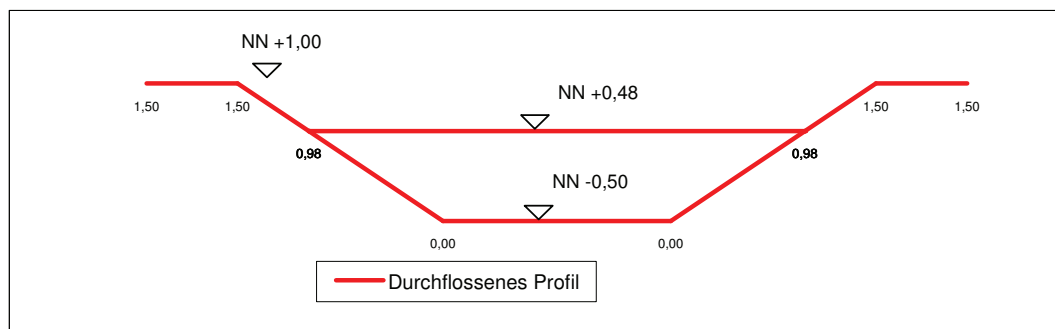
Abflusswerte

v _i	0,000	0,681	0,000
Q	0,000	2,648	0,000

Ergebnis

Q _{ges.} =	2,648 m³/s	>	2,604 m³/s
A _{ges.} =	3,89 m²		= erf. HQ

Hydraulischer Nachweis erbracht!



P:\01_WE\0964\Pro\0964-10-017-Alt_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\110215-D2-Gewässernachweise-2.Meile-MAJ.xls\Ablauf ZSR 3 - Gewässerneub

BAND 1 – PLANVERZEICHNIS

Anlage	Inhalt	Maßstab
1	Übersichtskarte	M. 1: 100.000
2.1	Bestandslageplan UHV Kehdingen	M. 1: 50.000
2.2	Bestandslageplan UHV Altes Land – 1. Meile	M. 1: 25.000
2.3	Bestandslageplan UHV Altes Land – 2. Meile	M. 1: 25.000
3.1	Maßnahmenplanung Nordkehdingener Außendeich	M. 1: 50.000
3.2	Maßnahmenplanung UHV Kehdingen	M. 1: 50.000
4.1	Maßnahmenplanung 1. Meile – Reduzierte Sielzugzeiten	M. 1: 25.000
4.2	Maßnahmenplanung 1. Meile – Worst-Case-Szenario	M. 1: 25.000
4.3	Geländehöhenplan 1. Meile – Zentraler Speicherraum	M. 1: 25.000
5.1	Maßnahmenplanung 2. Meile – Reduzierte Sielzugzeiten	M. 1: 25.000
5.2	Maßnahmenplanung 2. Meile – Worst-Case-Szenario	M. 1: 25.000
5.3	Geländehöhenplan 2. Meile – Zentrale Speicherräume	M. 1: 25.000

Band 2 - Fortschreibung der Studie

**Maßnahmen zur
alternativen Wasserbereitstellung in den
Verbandsgebieten Kehdingen und Altes Land
bei zu hohen Salzgehalten in der Elbe**

Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Projektbüro Fahrrinnenanpassung

09.12.2011

Impressum

Auftraggeber: **Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg**
Projektbüro Fahrrinnenanpassung
Moorweidenstraße 14
20148 Hamburg

Auftragnehmer: **Grontmij GmbH**
Niederlassung Stade
Harburger Straße 25
21680 Stade

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Guido Majehrke

Bearbeitungszeitraum: 08/ 2011 bis 12/ 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung (Neufassung 03.04.12)	1
2	Lage des Untersuchungsgebietes	2
3	Viehwirtschaft in Nordkehdingen	3
3.1	Planungsgrundlagen und Vorgehensweise	3
3.2	Beschreibung der derzeitigen Praxis der Viehtränke	4
3.3	Ermittlung des Wasserbedarfs und des Gebietsabflusses	5
3.4	Alternative Lösungsansätze zur Wasserversorgung	6
3.4.1	Grundlegende Einschätzung zu möglichen Alternativen	6
3.4.2	Stichleitung mit langen Weideanschlüssen	6
3.4.3	Einzelbrunnen mit dezentraler Verteilung	7
3.4.4	Wasserspeicherung mit Speisung aus dem Gebietsabfluss	8
3.5	Vorzugsvariante – Versorgung per Stichleitung	9
3.5.1	Allgemeine Beschreibung	9
3.5.2	Hydraulische Vorbemessung	10
4	Obstanbau in Kehdingen	11
4.1	Planungsgrundlagen und Vorgehensweise	11
4.2	Reale Veränderungen der Salinität und deren Berücksichtigung	11
4.3	Beschreibung der derzeitigen Beregnungspraxis	12
4.4	Ermittlung des Wasserbedarfs und der verfügbaren Wassermengen	14
4.4.1	Wasserbedarf für die Frostschutzberegnung	14
4.4.2	Nutzbare Wasservolumen in den Marschgewässern	14
4.4.3	Zuwässerungsbedarf von Elbwasser	15
4.5	Modellansatz zur Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe	17
4.6	Lösungsansätze zur Kompensation der eingeschränkten Zuwässerung	20
4.6.1	Grundlegende Einschätzung zu möglichen Alternativen	20
4.6.2	Alternative 1 - Bau von zusätzlichen Beregnungsteichen	21
4.6.3	Alternative 2 - Ausbau des bestehenden Gewässersystems	22
4.6.4	Optimierung der Schütz- und Pumpensteuerung	23
4.6.5	Alternative 3 - Bau von Beregnungsteichen als alleiniger Stauraum	24
4.6.6	Alternative 4 - Zuwässerung aus der Oste	24
4.7	Fallbeispiel – Kompensation der Elbzuwässerung durch den Bau eines Beregnungsteiches	28
5	Zusammenfassung	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes	2
Abbildung 2: Nordkehdingen Außendeich	3

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kostenschätzung – Stichleitung für die Viehtränke	7
Tabelle 2: Kostenschätzung – Einzelbrunnen für die Viehtränke	7
Tabelle 3: Übersicht – Wasserbedarf und verfügbare Wassermengen (vgl. Anhang A 1)	16
Tabelle 4: Kostenschätzung – Bau von zusätzlichen Beregnungsteichen	21
Tabelle 5: Durch Überleitung von Oste-Wasser zu versorgende Beregnungssysteme	26
Tabelle 6: Kostenschätzung – Zuwässerung aus der Oste	27

Anhang

Anhang A-1	Volumengestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – Defizitanalyse und Kompensation durch den Bau von Beregnungsteichen
Anhang A-2	Volumengestaffelte Einschränkung der Zuwässerung – Defizitanalyse und Kompensation durch die Aufweitung vorhandener Gewässer
Anhang B	Zuwässerung aus der Oste – „Iterative Wasserspiegellinienberechnung“
Anhang C	Datenblätter zur Abfrage der Beregnungsflächen in Kehdingen (siehe [5])

Planverzeichnis

Anlage 3.1a	Maßnahmenplanung Nordkehdingen Außendeich (Varianten)	M. 1 : 50.000
Anlage 3.2a	Maßnahmenplanung UHV Kehdingen (Varianten)	M. 1 : 50.000

Literaturverzeichnis

- [1] GRONTMIJ GmbH, Stade (15.02.2011): Maßnahmen zur alternativen Wasserbereitstellung in den Verbandsgebieten Kehdingen und Altes Land bei zu hohen Salzgehalten in der Elbe – Studie. Im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg, Projektbüro Fahrrinnenanpassung.
- [2] WSA HAMBURG (2001-2010): Auswertung kontinuierlicher Messungen der Leitfähigkeit des Elbwassers an verschiedenen Stationen. Übergeben als pdf-Datei.
- [3] BUCHTERKIRCH / WICHMANN / LK STADE (06/2011): Angaben zur Lage und Größe von Obstanbaubetrieben. Übergeben in Form von handschriftlichen Planeintragungen.
- [4] WSA HAMBURG (22.06.2011): Gesprächsvermerk zur Abstimmung über die Bewässerungspraxis in Kehdingen unter besonderer Berücksichtigung der Benutzung von Elbwasser.
- [5] WASSERBEREITSTELLUNGSVERBAND NIEDERELBE (11/2011): Angaben zur Lage und Größe von Obstanbaubetrieben in Kehdingen. Datenabfrage bei den Betreibern, übergeben in Form von Datenblättern.
- [6] UHV KEHDINGEN (11/2011): Angaben zu Ein- und Ausschaltwasserständen (Pegelauswertungen) an verschiedenen Marschgewässern.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung (Neufassung 03.04.12)

Im Rahmen der Meilensteinpräsentation der vorliegenden Studie haben sich in Hinblick auf das Verbandsgebiet des UHV Kehdingen einige zusätzliche Detailfragen ergeben. Diese offenen Punkte erfordern eine Fortschreibung und Konkretisierung einzelner Lösungsansätze. Daraufhin hat das Projektbüro Fahrrinnenanpassung des WSA Hamburg die Grontmij GmbH – NL Stade mit Datum vom 10.08.2011 mit den erforderlichen zusätzlichen Leistungen zur Fortschreibung und Konkretisierung der Machbarkeitsstudie beauftragt.

Laut Aufgabenstellung gliedert sich die Ausarbeitung dieser Untersuchung im Wesentlichen in zwei Positionen, welche hier kurz aufgeführt werden und die sich in der Struktur des vorliegenden Erläuterungsberichtes widerspiegeln:

1. Alternative Ansätze zur Sicherung der Viehwirtschaft in Nordkehdingen
2. Fortschreibung der Maßnahmen zur Sicherstellung der Frostschutzberechnung

Inhaltlich werden die Teilaufgaben in den entsprechenden Kapiteln näher beschrieben. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in dem vorliegenden Erläuterungsbericht dokumentiert.

2 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 1) liegt links der Elbe in Niedersachsen und umfasst im Wesentlichen das Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes (UHV) Kehdingen.

Begrenzt wird das Untersuchungsgebiet im Nordwesten durch die Oste und im Südosten durch die Schwinge. Das Untersuchungsgebiet liegt vollständig im Einzugsbereich der Elbe. Zum Untersuchungsgebiet gehören die Nebenflüsse Oste und Schwinge sowie diverse Marschengewässer in deren Einzugsgebiet.



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes

Charakteristisch für den Obstanbau in Kehdingen ist, dass er im Vergleich zum Alten Land nicht flächendeckend erfolgt. Vielmehr sind einige Dutzend Einzelbetriebe vorhanden, die sich über das gesamte Verbandsgebiet verteilen. Die Obstanbaubetriebe beziehen ihr Beregnungswasser in der Regel über das jeweilige Marschgewässer, zu denen der Betrieb einen hydraulischen Zugang hat. Insbesondere in Südkehdingen wird das Beregnungswasser vielerorts auch aus Brunnen gewonnen und in Teichen oder Gräben zwischengespeichert.

Die Viehwirtschaft konzentriert sich dagegen auf den Nordkehdingen Außendeich, die Teilfläche zwischen Elbe- und Ostemündung. Hier sind weitläufige Weideflächen vorhanden, in denen die Versorgung mit Tränkwasser derzeit Probleme bereitet.

3 Viehwirtschaft in Nordkehdingen

3.1 Planungsgrundlagen und Vorgehensweise

Auf der Grundlage von Vorschlägen des UHV Kehdingen sieht die Studie zur Sicherung der Viehwirtschaft im Nordkehdingen Außendeich (konkret: Zur Sicherung der Viehtränke) als Maßnahme die Herstellung einer Ringleitung mit Anbindung an das öffentliche Wasserversorgungsnetz vor.

Die Herstellung einer solchen rd. 38 km langen Trinkwasserleitung ist mit relativ hohen Kosten verbunden, die in der Studie zu rd. 2,34 Mio. Euro (netto) ermittelt wurden. Angesichts dieser erheblichen Kosten werden in der vorliegenden Untersuchung noch einmal mögliche Alternativen geprüft.

Dazu werden zunächst die Planungsansätze aus der Studie noch einmal überprüft und verifiziert, und die heutige Praxis der Viehtränke wird dargestellt.

Auf dieser Grundlage werden anschließend realistische Alternativen zur vorgeschlagenen Lösung aufgezeigt und konzeptionell beschrieben. In Form einer vergleichenden, verbal-argumentativen Bewertung wird eine Vorzugslösung herausgearbeitet, die näher erläutert und durch eine Kostenschätzung ergänzt wird.



Abbildung 2: Nordkehdingen Außendeich

3.2 Beschreibung der derzeitigen Praxis der Viehtränke

In der heutigen Situation besteht im Außendeichbereich Nordkehdingen ausschließlich die Möglichkeit, das Vieh aus den vorhandenen Oberflächengewässern zu tränken. Alternativen wie eine öffentliche Wasserversorgung, private Brunnen o.ä. sind nicht vorhanden.

Reicht der unmittelbare, aus Niederschlägen oder Grundwasseranfall generierte Gebietsabfluss in Trockenzeiten nicht aus, kann Elbwasser über die Siele Nalje und Schöneworth eingelassen werden. Die Zuwässerung von Elbwasser erfolgt regelmäßig nicht nur zum Zweck der Viehtränke, sondern auch aus anderen Gründen wie beispielsweise für die Frostschutzberegnung, für die Vernässung von naturschutzfachlichen Ausgleichsflächen oder auch aus ökologischen Gründen in Hinblick auf das „Umkippen“ der stehenden Binnengewässer. Aufgrund dieser regelmäßigen Zuwässerung steht in den Oberflächengewässern in der Regel immer ein Gemisch aus Süß- und Salzwasser an; das Mischungsverhältnis muss für die Viehtränke noch geeignet sein. In besonders ungünstigen Situationen wird geeignetes Tränkewasser auch per Wasserwagen vom landwirtschaftlichen Betrieb auf die Weideflächen im Außendeichbereich transportiert.

Über die beiden Hauptgewässer, den Nördlichen und den Südlichen Sielgraben, und das daran angeschlossene Grabennetz wird das Wasser im Gebiet verteilt und steht letztlich auch in kleineren Gräben für die Viehtränke zur Verfügung. Was die hydraulische Leistungsfähigkeit der Elbdeichsiele angeht, stellt die Zuwässerung von Elbwasser für die Viehtränke generell kein Problem dar. Obgleich das Geländere Relief weitgehend eben verläuft, gibt es bei der weiteren Verteilung allerdings Unterschiede in der Versorgungsqualität. Aufgrund der ungleichen Sohllage des Gewässersystems, die sich an das unterschiedliche Geländeniveau anpasst, ist nicht überall die gleiche Wassermenge verfügbar wie z.B. direkt am Binnentief des Deichsiels.

Im Rahmen dieser gängigen Praxis ergeben sich immer wieder – auch schon in der Vergangenheit – Situationen, in denen das eingelassene Elbwasser einen zu hohen Salzgehalt aufweist. Die Salzkonzentration ist insbesondere abhängig vom jeweiligen Oberflächenabfluss der Elbe. Ist der Oberflächenabfluss gering, kann sich das Salzwasser der Nordsee weiter in die Elbmündung hinein verteilen und die Salzkonzentration des Elbwassers steigt an. In der Vergangenheit ist es in solchen Fällen bereits zu gesundheitlichen Schäden beim Vieh und vereinzelt sogar zu einem Viehsterben gekommen, da das Vieh den Unterschied nicht bemerkt und das verfügbare Wasser arglos zu sich nimmt.

Heute wird Elbwasser vorzugsweise am stromauf gelegenen Deichsiel Schöneworth eingelassen, weil die dortige Salzkonzentration tendenziell geringer ist als diejenige am Deichsiel Nalje. In Hinblick auf die Fahrrinnenanpassung wird seitens der Landwirte befürchtet, dass sich die Salzgehalte der Elbe weiter erhöhen, in der Folge auch die Salzkonzentration in den Binnengewässern ansteigt und die Eignung des verfügbaren Tränkewassers weiter abnimmt.

3.3 Ermittlung des Wasserbedarfs und des Gebietsabflusses

Wie in der Machbarkeitsstudie beschrieben, liegen zur Ermittlung des Wasserbedarfes für die Viehtränke entsprechende Erfahrungswerte vor. In der Regel geht man maximal von folgendem täglichen Wasserbedarf für eine Großvieheinheit (GVE), d.h. für ein ausgewachsenes Rind, aus:

$$q_{\text{GVE}} = 0,100 \text{ m}^3 / (\text{GVE} \times d)$$

Der absolute Wasserbedarf ergibt sich aus der Multiplikation des spezifischen Bedarfes mit der Anzahl der Großvieheinheiten, die den jeweiligen Teilflächen zugeordnet sind. Da keine genauen Angaben zur tatsächlichen Anzahl der vorhandenen Großvieheinheiten vorliegen, wurde in der Studie ein flächenproportionaler Ansatz zur Ermittlung der GVE gewählt.

Danach werden im Nordkehdingener Außendeich auf einer Weidefläche von rd. 1.250 ha etwa 4.000 Großvieheinheiten bewirtschaftet, was bei 40 Betrieben einer durchschnittlichen Anzahl von 100 GVE / Betrieb entspricht. Der tägliche Wasserbedarf für die Viehtränke errechnet sich wie folgt:

$$Q_{d \text{ GVE}} = 4.000 \text{ GVE} \times 0,100 \text{ m}^3 / (\text{GVE} \times d) = 400 \text{ m}^3 / d$$

Um für zukünftige Entwicklungen gerüstet zu sein, wird die Tageswassermenge zur Bemessung der Tränkwasserversorgung aufgerundet auf

$$Q_{d \text{ GVE}} = \text{rd. } 500 \text{ m}^3 / d$$

Als Stundenspitze für die Bemessung der alternativen Wasserversorgungsanlage werden angesetzt:

$$\text{max. } Q_{h \text{ GVE}} = 500 \text{ m}^3 / d / 8 = 62,5 \text{ m}^3 / h = 17,4 \text{ l/s.}$$

Nach nochmaliger Rücksprache mit dem UHV Kehdingen sind keine Änderungen dieses gewählten Ansatzes angezeigt. Sowohl die ermittelte Anzahl der GVE als auch der spezifische Wasserbedarf wird als realistisch und plausibel angesehen. Insofern wird auch weiterhin von den ermittelten Wasserbedarfsmengen ausgegangen.

Dem gegenüber ergeben sich aus der Gebietsentwässerung des Nordkehdingener Außendeichs, die sich im Wesentlichen aus Niederschlägen generiert, folgende rechnerische Abflussmengen:

- Einzugsgebiet: $A_E = \text{rd. } 53 \text{ km}^2$
- $MNq = 2,0 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MNQ = 106 \text{ l/s} = 382 \text{ m}^3 / h = 9.160 \text{ m}^3 / d \gg Q_{d \text{ GVE}} = 500 \text{ m}^3 / d$
- $Mq = 10,0 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MQ = 530 \text{ l/s} = 1.900 \text{ m}^3 / h = 45.600 \text{ m}^3 / d$
- $MHq = 60,0 \text{ l/sxkm}^2 \Rightarrow MHQ = 3.180 \text{ l/s} = 11.450 \text{ m}^3 / h = 274.750 \text{ m}^3 / d$

Grundsätzlich müsste der Wasserbedarf für die Viehtränke demnach ausschließlich aus der Gebietsentwässerung zu decken sein. Dies gilt auch für den mittleren Niedrigwasserabfluss MNQ.

Allerdings gibt es im Sommer häufig auch längere Trockenphasen, in denen der Niedrigwasserabfluss gegen Null tendiert. Diese Phasen gilt es anderweitig zu überbrücken.

Zudem wird, wie bereits unter 3.2 beschrieben, häufig auch aus übergeordneten Gründen Elbwasser in die Sielgräben eingelassen, so dass nicht jederzeit reines, salzfreies Oberflächenwasser im Gewässersystem zur Verfügung steht.

3.4 Alternative Lösungsansätze zur Wasserversorgung

3.4.1 Grundlegende Einschätzung zu möglichen Alternativen

In der Machbarkeitsstudie zur Alternativen Wasserbereitstellung [1] wurde als Vorzugslösung für die Viehtränke in Nordkehdingen eine Ringleitung mit Anschluss an das öffentliche Wasserversorgungsnetz herausgearbeitet.

Aufgrund der relativ hohen Baukosten einer solchen Ringleitung (rd. 2,34 Mio. €) sollen in der vorliegenden Untersuchung noch einmal mögliche Alternativen aufgezeigt und bewertet werden. Grundsätzlich wären folgende realistische Alternativen denkbar:

1. Reduzierung der Ringleitung auf eine Stichleitung mit längeren Weideanschlüssen.
2. Bau von mehreren Einzelbrunnen mit dezentraler Wasserverteilung.
3. Wasserspeicherung für die Viehtränke.
(Hinweis: Diese Variante wurde in der Studie unter der Annahme verworfen, dass die Speicherbecken mit Wasser aus den Sielgräben gespeist werden und das Wasser demnach die gleiche (salzhaltige) Qualität aufweist. Theoretisch denkbar wäre die Anlage von Speicherräumen, die ausschließlich aus den Gebietsabflüssen gespeist werden. Diese Alternative wird in den Untersuchungsrahmen mit aufgenommen.)

Weitere Möglichkeiten wurden bereits in der Machbarkeitsstudie als nicht zielgerichtet wieder verworfen. Die Gründe werden hier noch einmal stichpunktartig wiedergegeben:

- Einbau von Messeinrichtungen für den Salzgehalt:
Aufgrund der regelmäßig zu hohen Salzgehalte in der Elbmündung ist auch bei genauer Kenntnis derselben kein geregelter Zugang zu geeignetem Wasser möglich.
- Zuwässerung aus Nebenflüssen:
Hier verhält es sich ähnlich; die Salzgehalte in der Ostemündung sind regelmäßig zu hoch, wie die Auswertung bestehender Messeinrichtungen (Oste-Brücke Geversdorf) belegt. Andere Nebenflüsse sind im Planungsraum nicht vorhanden.

Die jeweils erforderlichen Maßnahmen werden nachfolgend kurz beschrieben. Um die Alternativen miteinander vergleichen zu können, wird jeweils eine Abschätzung der Herstellungskosten durchgeführt.

3.4.2 Stichleitung mit langen Weideanschlüssen

Als Alternative zur Ringleitung ergeben sich bei der Herstellung einer Stichleitung entsprechend kürzere Ausbaulängen, die mit einer deutlichen Kostenreduzierung einher gehen. Zwar weist die Versorgung über eine Ringleitung Vorteile hinsichtlich der Versorgungssicherheit auf (mögliche Wasserversorgung auch bei Schäden oder Reparaturen); für die Viehtränke können die Nachteile einer Stichleitung aber wohl eher in Kauf genommen werden.

Da eine Stichleitung nicht alle Weideflächen direkt erschließen kann, sind längere Weideanschlüsse – möglicherweise auch über Fremdgrundstücke mit dem Erfordernis von Leitungsrechten – notwendig. Als Leitungstrasse für die Stichleitung bietet sich die Sommerdeichstraße an, die etwa mittig durch den Au-

Bendeich verläuft. Jenseits der beiden Sielgräben gelegene Weideflächen müssen dann mit bis zu 1 km langen Anschlussleitungen erschlossen werden, die unter den Sielgräben hindurch gedükt werden. Die Versorgung wird damit in Form eines Verästelungsnetzes gewährleistet.

Konzeptionell ergibt sich bei diesem Ansatz für die Hauptleitung eine Trassenlänge von rd. 18,0 km. Die rd. 40 Weideanschlüsse werden als Mittelwert mit je 500 m Länge kalkuliert. Überschlägig ergeben sich daraus folgende Herstellungskosten:

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
1	Herstellung einer Stichleitung			
1.1	Rohrleitung, Material PE-HD	18.000 m	25,00 €	450.000,00 €
1.2	Einbau im HDD-Verfahren	18.000 m	35,00 €	630.000,00 €
1.3	Weideanschlüsse, 40 St. à 500 m	20.000 m	40,00 €	800.000,00 €
	Gesamtsumme			1.880.000,00 €

Tabelle 1: Kostenschätzung – Stichleitung für die Viehtränke

Bei dieser Lösung schlagen die Weideanschlüsse deutlich stärker zu Buche als bei einer Ringleitung mit kurzen Anschlüssen. Aufgrund der kürzeren Hauptleitung ergibt sich dennoch eine Kostenreduzierung um etwa 500.000,- € gegenüber der ursprünglichen Vorzugsvariante.

3.4.3 Einzelbrunnen mit dezentraler Verteilung

Die Nutzung von Grundwasser für die Viehtränke ist mengenmäßig unproblematisch und wird in ländlichen Regionen vielerorts durchgeführt. Unklar ist nach heutigem Kenntnisstand die qualitative Eignung des im Außendeichbereich anstehenden Grundwassers, welches mit dem Elbwasser in hydraulischem Kontakt steht. Wollte man diese Variante weiterverfolgen, wäre zunächst zwingend eine biochemische Analyse des Grundwassers durchzuführen. Gemäß vorliegenden Unterlagen und Informationen (z.B. NIBIS-Kartenserver) muss die Eignung des anstehenden Grundwassers bezweifelt werden.

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
2	Brunnen mit dezentraler Versorgung			
2.1	Einzelbrunnen, t = rd. 20 m	10 St	5.000,00 €	50.000,00 €
2.2	Bauliche und maschinelle Ausrüstung	10 St	5.000,00 €	50.000,00 €
2.3	Weideanschlüsse, 40 St. à 750 m	30.000 m	40,00 €	1.200.000,00 €
	Gesamtsumme			1.300.000,00 €

Tabelle 2: Kostenschätzung – Einzelbrunnen für die Viehtränke

Um alle 40 Weideflächen dezentral versorgen zu können, wären mehrere Einzelbrunnen notwendig. Denkbar ist die Bildung von „Versorgungs-Clustern“, die mit einem mittig gelegenen Brunnen und kurzen Anschlussleitungen ortsnahe gelegene Weiden zu einer Bewässerungseinheit zusammenfassen.

Vorbehaltlich genauerer Abstimmungen zur lokalen Anordnung wird für die vorliegende Untersuchung definiert, dass je vier Weidebetriebe zu einem Cluster zusammengefasst werden können. Aus der Gesamtanzahl der 40 Einzelbetriebe ergibt sich demnach eine Anzahl von 10 Bewässerungseinheiten.

Bei etwa mittiger Lage der Versorgungsbrunnen würden die Anschlussleitungen sternförmig vom Brunnen zu den Weideflächen verlaufen. Für diesen Ansatz wird eine mittlere Anschlusslänge von 750 m angesetzt.

Die Herstellungskosten einer solchen Lösung belaufen sich auf rd. 1,30 Mio. €, sie liegen damit um etwa 1 Mio. € unter den Kosten einer Ringleitung als ursprüngliche Vorzugsvariante. Gleichwohl wird bis auf weiteres von einer näheren Planung dieser Variante abgesehen, da die Eignung des Grundwassers sehr zweifelhaft ist.

3.4.4 Wasserspeicherung mit Speisung aus dem Gebietsabfluss

Wie unter 3.3 errechnet, ließe sich die Viehtränke im Nordkehdingener Außendeich allein durch den niederschlagsbedingten Gebietsabfluss sicherstellen. Rechnerisch bestehen sogar Reserven in der Größenordnung einer Zehnerpotenz.

Dies setzt allerdings voraus, dass man das Einlassen von Salzwasser in die Sielgräben und damit den Mischungseffekt vermeiden kann, was aus übergeordneten Gründen – wie bereits beschrieben – nicht möglich ist. Allein die Vernässung von Kompensationsflächen macht eine Zuwässerung in Trockenzeiten unerlässlich. Auch die Frostsutzberegnung fällt in einen Zeitraum, in dem das Vieh bereits auf den Weiden steht.

Als Kompromisslösung wäre denkbar, die Zuwässerung von der Gebietsentwässerung zu entkoppeln. Dies kann allerdings nur gelingen, indem man eine hydraulische Trennung zwischen den Sielgräben und den davon abzweigenden Beet- und Grenzgräben hervorruft. Durch die Anordnung einer Stauvorrichtung an der Einmündung zum Sielgraben könnte der Wasserstand in den Beet- und Grenzgräben unabhängig von den Hauptgewässern gehalten werden und käme nicht mit Elbwasser in Kontakt.

Mancherorts, speziell in den Kompensationsflächen, sind solche Stauvorrichtungen bereits vorhanden; örtlich bewährt haben sich sogenannte „Schnorchelrohre“, die aus einem Rohrdurchlass mit drehbarem Bogenstück und verstellbarer Ablaufhöhe bestehen. Gespeist wird der Wasserstand in den Beetgräben dann allein durch stetige Zuläufe aus den Dränagen und Gräben, also aus der Gebietsentwässerung.

Schwachpunkt dieses theoretischen Ansatzes sind längere Trockenzeiten über mehrere Wochen (wie beispielsweise im Frühjahr 2011), während derer die Beet- und Grenzgräben nicht ausreichend gespeist und damit trocken fallen würden. In einem solchen Fall stünden bei diesem Konzept ausschließlich die Zuwässerung von Elbwasser – mit den bekannten Folgen – oder der Transport per Wasserwagen als Ausweichmöglichkeit zur Verfügung.

Daran schließt sich die Frage an, inwieweit solche Trockenphasen statistisch wahrscheinlich sind, welche Beeinträchtigungen der Viehtränke dann auftreten würden und ob das Elbwasser zu diesem Zeitpunkt tatsächlich ungeeignet ist.

Fasst man alle diese Unwägbarkeiten zu einer Gesamtbeurteilung zusammen, ist nicht gänzlich auszuschließen, dass es bei diesem Planungsansatz zu Engpässen bei der Versorgung kommt. Aus diesem Grunde geht diese Variante nicht in die weitere Betrachtung ein.

3.5 Vorzugsvariante – Versorgung per Stichleitung

3.5.1 Allgemeine Beschreibung

Aus der vorstehenden Betrachtung ergibt sich als Vorzugslösung für die Deckung des Wasserbedarfes der Viehwirtschaft in Nordkehdingen die Versorgung über eine Stichleitung, die an das öffentliche Wasserversorgungsnetz angebunden ist. Bislang ist das ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Gebiet versorgungstechnisch nicht erschlossen.

Im Gegensatz zur Ringleitung als bisherige Vorzugsvariante sollte die Stichleitung direkt entlang der Sommerdeichstraße – welche sowohl als lokale Wasserscheide als auch als Grenze der Bewirtschaftungseinheiten fungiert – verlegt werden. Von dort aus sind jeweils nach Norden und nach Süden die benötigten Weideanschlüsse zu verlegen, die bei Weiden jenseits der Sielgräben eine Länge von bis zu 1 km aufweisen können.

Als Einbindepunkt bietet sich die Ortschaft Freiburg im Osten des Außendeichbereiches an, wo ein ausreichend dimensioniertes Versorgungsnetz bereitsteht; alternativ stehen auch im Bereich der Ostemündung größere Transportleitungen zur Verfügung. Möglich wäre ggf. auch eine Einbindung zu beiden Seiten. Erfolgt die weitere Trassierung entlang der Sommerdeichstraße, ergibt sich für die Stichleitung eine Trassenlänge von rd. 18,0 km.

Von der Hauptleitung aus werden Weideanschlüsse auf alle Weideflächen verlegt, um alle Bewirtschaftungseinheiten mit geeignetem Trinkwasser versorgen zu können. Die jeweiligen Wasserzähler müssen aus Gründen der Frostsicherheit in einem Anschlusschacht montiert werden. Sollte eine pauschale Abrechnung zwischen allen Nutzern der Wasserversorgungsanlage möglich sein (z.B. durch eine entsprechende vertragliche Vereinbarung), könnte auf Einzelzähler verzichtet und stattdessen eine zentrale Übergabestation eingerichtet werden; hierdurch ließen sich die Kosten der Wasserversorgungsanlage geringfügig reduzieren.

Zur Verlegung der Wasserversorgungsleitung stehen heute moderne Verlegetechniken zur Verfügung, die ohne offene Rohrleitungsgräben auskommen. Nicht zuletzt durch die im Versorgungssektor üblich gewordene Verwendung geschweißter PE-Rohrleitungssysteme lassen sich die Versorgungsleitungen schnell und effizient verlegen. So ließe sich die Leitung entweder einpflügen – wobei allerdings die Gefahr besteht, dass dabei vorhandene Drainageleitungen gekappt werden – oder aber im gesteuerten Horizontalbohrverfahren (HDD-Verfahren) einbauen.

Das letztgenannte Einbauverfahren bietet die Möglichkeit, auch kreuzende Gewässer und Gräben oder vorhandene Betriebswege zu düken bzw. zu unterqueren. Aus diesem Grunde ist dieses Einbauverfahren insbesondere für die Herstellung der einzelnen Weideanschlüsse mit Querung der Sielgräben prädestiniert. Ferner können vorhandene Drainageleitungen erhalten werden, weil kein senkrechter Schlitz im Erdreich erforderlich ist. Da das Verfahren zudem auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber der offenen Verlegung bietet, wird die Anwendung des HDD-Verfahrens empfohlen.

3.5.2 Hydraulische Vorbemessung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird lediglich eine grobe Abschätzung des erforderlichen Rohrleitungsquerschnitts vorgenommen. Die hydraulische Dimensionierung der geplanten Versorgungsleitung muss zu gegebener Zeit mit dem zuständigen Versorgungsunternehmen, in diesem Fall dem Trinkwasserverband Stader Land, abgestimmt und koordiniert werden. Insofern unterliegt die hier dargestellte Dimensionierung einem Vorbehalt. Gleiches gilt auch für mögliche weiterführende Forderungen des Trinkwasserverbandes wie beispielsweise eine Übergabe- oder eine Druckerhöhungsstation. Davon unabhängig kann auch im Falle von späteren Modifizierungen der Planung davon ausgegangen werden, dass die hydraulische Vorbemessung keinen maßgeblichen Änderungen unterliegen wird.

Der Wasserbedarf für die Viehtränke wurde unter 3.1 wie folgt ermittelt:

$$\max. Q_{h\text{ GVE}} = 62,5 \text{ m}^3/\text{h} = 17,4 \text{ l/s.}$$

Der Lastfall „Löschwasser“ ist im vorliegenden Fall nicht relevant und geht daher nicht in die Bemessung der Leitung ein.

Für die hydraulische Vorbemessung darf die Druckdifferenz gegenüber dem Ruhedruck vom Beginn bis zum Ende des Verästelungsnetzes nach den geltenden Richtlinien nicht größer sein als $\Delta p = 10\%$. Ferner sollte die Fließgeschwindigkeit in einer Wassertransportleitung maximal $v = 2,0 \text{ m/s}$ betragen. Unter diesen Rahmenbedingungen ist bei einer rd. 18,0 km langen Stichleitung folgender Rohrleitungsquerschnitt erforderlich:

$$\max. Q_{h\text{ GVE}} = 17,4 \text{ l/s, im Leitungsverlauf stetig abnehmend}$$

$$\text{Ruhedruck im Netz:} \quad \text{angenommen } 5 \text{ bar} \Rightarrow \text{zul. } \Delta p = 5,0 \times 10\% = 0,5 \text{ bar}$$

$$\text{Integrale Rauheit:} \quad \text{angenommen } k_i = 0,4 \text{ mm}$$

Berechnung der Druckverluste:

$$\text{DN 150 mit } v = 0,99 \text{ m/s und } l_E = 9,02 \text{ ‰:} \quad h_{vr} = 18.000 \times 9,02 \text{ ‰} = 162 \text{ m} \triangleq 16,2 \text{ bar} \quad (!)$$

$$\text{DN 200 mit } v = 0,56 \text{ m/s und } l_E = 2,04 \text{ ‰:} \quad h_{vr} = 18.000 \times 2,04 \text{ ‰} = 36,8 \text{ m} \triangleq 3,7 \text{ bar} \quad (!)$$

$$\text{DN 250 mit } v = 0,36 \text{ m/s und } l_E = 0,65 \text{ ‰:} \quad h_{vr} = 18.000 \times 0,65 \text{ ‰} = 11,8 \text{ m} \triangleq 1,2 \text{ bar} \quad \checkmark$$

Aufgrund der großen Leitungslänge ist zu Beginn rein rechnerisch ein Leitungsquerschnitt von DN 250 erforderlich, damit die Rohrreibungsverluste nicht zu einem übermäßigen Druckabfall am Ende der Leitung führen. Allerdings nimmt der erforderliche Durchfluss im Leitungsverlauf stetig ab, so dass eine Abstufung der Dimensionierung in Abhängigkeit vom Durchfluss erfolgen sollte. Zudem sind für die Viehtränke wohl etwas höhere Druckverluste akzeptabel, als sie nach dem geltenden Regelwerk für die kommunale Wasserversorgung gefordert werden.

In Anbetracht der errechneten Ergebnisse und deren Bewertung wird zu Beginn folgender Leitungsquerschnitt empfohlen:

Gewählte Rohrleitung: **PE-HD 250 x 22,7 - SDR 11** (PE 100, 16 bar).

Dieser Querschnitt ist dann immer weiter zu reduzieren. Für die Weideanschlüsse am Ende der Versorgungsstrecke werden PE-HD Rohre 63 x 5,8 – SDR 11 (PE 100, 16 bar) verwendet, die mit einer Anbohrschelle an die Hauptleitung angeschlossen werden. Die Weidezähler müssen wegen der Frostgefahr in entsprechenden Zählerschächten auf dem jeweiligen Grundstück montiert werden.

4 Obstanbau in Kehdingen

4.1 Planungsgrundlagen und Vorgehensweise

Seitens einzelner Vertreter des Obstanbaus in Kehdingen wurde die Machbarkeitsstudie bezüglich der Bestandsaufnahme – die auf verfügbaren Unterlagen, Abstimmungsgesprächen sowie ergänzenden fernmündlichen Auskünften des UHV Kehdingen und der Unteren Wasserbehörde basierte – sowie hinsichtlich der dargestellten Bewässerungspraxis kritisch hinterfragt.

In die Fortschreibung der Studie wurden daraufhin neue, ergänzende Angaben zu vorhandenen Beregnungsflächen, die z.B. in Form von handschriftlichen Eintragungen in das vorhandene Kartenmaterial übergeben wurden [3], in den Datenbestand eingearbeitet. Weiterhin wurde eine flächendeckende Abfrage der Beregnungsflächen in Kehdingen durchgeführt [5]. Informationen zur Bewässerungspraxis im Obstanbau wurden im Rahmen eines gemeinsamen Abstimmungstermins am 22.06.2011 [4] ausgetauscht und abgeglichen. Auf der Grundlage dieser neuen Datenlage wurde die Bestandsdarstellung im Rahmen der vorliegenden Fortschreibung überprüft, wo erforderlich aktualisiert und im Ergebnis dokumentiert.

Erfasst wurden dabei zunächst auch Beregnungsflächen außerhalb des UHV Kehdingen, die ihr Beregnungswasser aus der Oste gewinnen. In Anbetracht der Tatsache, dass diese Gebiete über 20 km von der Oste-Mündung entfernt liegen und die Versalzungsproblematik hier keine Rolle spielt, wurden diese Obstanbauflächen bei den durchgeführten Berechnungen nicht berücksichtigt. Im Lageplan (Anlage 3a) sind diese Flächen dennoch mit dargestellt.

Aufbauend auf dieser aktualisierten Bestandserfassung wurden die benötigten Wassermengen für die Frostschutzberegnung neu ermittelt. Bezogen auf die jeweiligen Gewässersysteme wurde anschließend der Wasserbedarf mit dem verfügbaren Wasservolumen verglichen. Sofern ein Wasserdefizit existiert, wird dieses heute in der Regel durch Zuwässerung aus der Elbe kompensiert.

Da die aktive Zuwässerung aus der Elbe demnach in der heutigen Praxis eine wichtige Rolle spielt, die Obstbauern diese aber für die Zukunft gefährdet sehen, wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eine Verschlechterung der Zuwässerungssituation simuliert. Ähnlich wie im Alten Land werden dazu verschiedene Annahmen getroffen, die faktisch zu einer prozentualen Reduzierung der nutzbaren Elbwassermengen führen. Das nicht mehr verfügbare Elbwasser muss dann alternativ bereitgestellt werden, beispielsweise in Form von zusätzlichen Beregnungsteichen.

Abschließend werden aus diesen Betrachtungen heraus die Maßnahmen abgeleitet, die zur Sicherstellung der Frostschutzberegnung in Kehdingen notwendig sind. Realistische Alternativen werden aufgezeigt und konzeptionell beschrieben. In Form einer vergleichenden, verbal-argumentativen Bewertung wird eine Vorzugslösung herausgearbeitet, die schließlich in Form eines Fallbeispiels für einen konkreten Obstanbaubetrieb näher erläutert wird.

4.2 Reale Veränderungen der Salinität und deren Berücksichtigung

Die realen, maßnahmenbedingten Auswirkungen auf den Salzgehalt der Elbe werden in der vorliegenden Untersuchung nicht thematisiert. Anstelle dessen wird – entsprechend der Vorgehensweise in der

ursprünglichen Machbarkeitsstudie [1] – in Form eines Berechnungsmodells eine Verschlechterung der Zuwässerungssituation simuliert. Dazu wird die Verfügbarkeit der benötigten Elbwassermengen stufenweise bis auf Null herabgesetzt (vgl. 4.5). Wie die weiteren Ausführungen zeigen werden, geschieht dies allein in Form einer Volumenbetrachtung ohne Berücksichtigung der derzeitigen Salzgehalte. Obgleich letztere heute bereits temporär erhöht sind, wird in der Nullvariante unterstellt, dass das Elbwasser derzeit qualitativ einwandfrei und jederzeit verwendbar ist.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass sich der Salzgehalt des Elbwassers während eines Tages nicht auf einem konstanten Niveau bewegt. Physikalisch bedingt folgt die Salinität im Planungsraum in etwa dem Tideverlauf. Mit dem Flutstrom nimmt der Salzgehalt zu, mit dem Ebbstrom reduziert sich die Salinität stets wieder. Laut Untersuchung der BAW kann es bei Überlagerung verschiedener ungünstiger Rahmenbedingungen (Flutstrom, geringer Oberwasserabfluss, nordseenahe Lage) maßnahmenbedingt zu einer maximal 20-prozentigen Erhöhung der Salinität im Vergleich zur Ist-Situation kommen. Angesichts des sinuskurvenartigen Verlaufs der Salinität führt dies ggf. zu einer zeitlichen Verlängerung der Dauer einer Grenzwertüberschreitung an einem bestimmten Ort; ebenso kann sich auch die absolute Anzahl solcher Grenzwertüberschreitungen an bestimmten Punkten erhöhen.

Selbst bei dieser ungünstig prognostizierten Anhebung des Salzgehaltes werden jedoch auch zukünftig Zeitfenster verbleiben, in denen qualitativ geeignetes Elbwasser zugewässert werden kann. Hiervon geht die vorliegende Untersuchung im Weiteren aus und reduziert zur Abbildung einer solchen möglichen Verschlechterung das Entnahmevolumen aus der Elbe um 25%, 50% und 75% bis hin zu 100% der bisherigen Entnahmemenge. Wenngleich das eine mit dem anderen zusammenhängt, besteht jedoch kein unmittelbarer formaler Zusammenhang zwischen der o.g. Erhöhung der Salinität um maximal 20% auf der einen Seite und der hier genannten stufenweisen Reduzierung der Entnahmemenge auf der anderen Seite.

De facto wird sich eine maßnahmenbedingte Erhöhung des Salzgehaltes der Elbe nicht an allen Wasserentnahmepunkten in gleicher Höhe einstellen. Pauschal betrachtet, nimmt der Salzgehalt mit zunehmendem Abstand von der Mündung in die Nordsee kontinuierlich ab. Inwieweit die einzelnen Gewässersysteme von der Erhöhung der Salinität, d.h. bezüglich Anzahl und Dauer der Richtwertüberschreitungen, tatsächlich betroffen sind, wird zu gegebener Zeit für jeden Entnahmepunkt individuell zu bewerten sein. Aus dieser Einschätzung heraus können dann die jeweils erforderlichen Maßnahmen abgeleitet werden, die zur alternativen Wasserbereitstellung erforderlich sind. Die Studie liefert hierzu die notwendigen Grundlagendaten.

4.3 Beschreibung der derzeitigen Berechnungspraxis

Vielerorts liegen die Obsthöfe in Kehdingen unmittelbar an einem leistungsfähigen und gut ausgebauten Marschgewässer. Von dem damit verbundenen Standortvorteil profitieren die Betriebe dahingehend, dass das benötigte Beregnungswasser mithilfe von Beregnungspumpen unmittelbar aus den Marschgewässern entnommen werden kann. Da die Gewässer ohnehin künstlich entwässert werden, steht für die schadlose Entnahme mindestens die Wasserlamelle zwischen den üblichen Hoch- und Niedrigwasserständen zur Verfügung; dies entspricht meist den Ein- und Ausschaltpiegeln der Schöpfwerke.

Dagegen ist die individuelle Wasserspeicherung in Beregnungsteichen in Kehdingen, im Gegensatz zum Alten Land, bis dato kaum verbreitet.

Um zusätzliches Wasservolumen zu generieren, werden die Binnengewässer rechtzeitig, d.h. etwa fünf bis sieben Tage vor Beginn der Frostschtzberegnungsperiode, so weit wie möglich aufgestaut (im Folgenden wird die Stauphase mit lediglich 5 Tagen angesetzt). Dazu werden die Deichsiele geschlossen und die Schaltpegel der Schöpfwerke entsprechend neu eingestellt. Der Aufstau beschränkt sich in der

Regel auf die Hauptgewässer, meist die sogenannten Schleusenflethe, deren Wasserstand nicht auf Dräntiefe abgesenkt ist; mithilfe von Polderschöpfwerken angeschlossene Nebengewässer sind nicht von dem Aufstauvorgang betroffen.

Gesteuert wird der Stauvorgang durch den Unterhaltungsverband, wobei die „richtige“ Stauhöhe in den vergangenen Jahren mehr oder weniger empirisch entwickelt wurde. Sie ist von Gewässer zu Gewässer unterschiedlich und wird nach oben begrenzt durch die Forderungen nach einer geordneten Binnenentwässerung sowie einer Vermeidung von Vernässungen im Poldergebiet. Erreicht wird das Stauziel nach Möglichkeit durch das Auffangen des Binnenabflusses, der sich aus Niederschlägen und dem Entwässern des Bodenporenvolumens durch Dränagen, tiefe Gräben und Polderschöpfwerke zusammensetzt. Reicht der Gebietsabfluss während des 5-tägigen Stauvorgangs nicht aus, wird das Stauvolumen bei Bedarf durch aktive Zuwässerung aus der Elbe ergänzt.

Da meist nur einer oder einige wenige Betriebe über ein umfangreiches Gewässersystem versorgt werden, reicht das nutzbare Wasservolumen der Binnengewässer heute für einige Beregnungsstunden aus. Muss über einen längeren Zeitraum beregnet werden - was mit einem deutlichen Absinken des Wasserstandes im Gewässer einher geht - wird das Deichsiel geöffnet und aktiv Elbwasser von außen zugeführt. Diese Zuwässerung während der Beregnung erfolgt zwangsläufig auch in Kenntnis der Tatsache, dass die Salzgehalte in Richtung Elbemündung zeitweise bereits oberhalb der kritischen Werte liegen. Reduziert wird die Salzkonzentration in diesem Fall durch den Mischeffekt, der sich durch das verbliebene Restwasser im Gewässersystem einstellt.

Bei der Nutzung von Elbwasser sind folgende Richtwerte in Hinblick auf den Salzgehalt zu beachten:

- 1,0 g NaCl/l ($\approx 1,8$ PSU $\approx 3,6$ mS/cm) für die Frostschutzberegnung vor der Blüte
- 0,5 g NaCl/l ($\approx 0,9$ PSU $\approx 1,9$ mS/cm) für die anfeuchtende Beregnung bei Trockenheit nach der Blüte

Ziel der Zuwässerung ist es, den Stauwasserstand in den Gewässern bis zum nächsten Abend wieder auf die ursprüngliche Ausgangshöhe anzuheben, damit die benötigten Wassermengen für eine eventuelle zweite Beregnungsnacht erneut zur Verfügung stehen.

Hydraulisch stellt die ergänzende Zuwässerung von Elbwasser – im Gegensatz zum Alten Land – laut Aussagen der Verbände kein nennenswertes Problem dar. Die benötigten Zulaufmengen pro Deichsiel sind deutlich geringer als bei den Elbdeichsielen in der 1. und 2. Meile. Vor diesem Hintergrund wird auf eine nähere Untersuchung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Sielbauwerke verzichtet; die mögliche Zuwässerung der benötigten Wassermengen wird als gegeben vorausgesetzt. Folglich zielen die durchzuführenden hydraulischen Nachweise nicht auf eine Durchflussmengen-, sondern vielmehr auf eine Volumenbetrachtung ab.

Nach der beschriebenen Praxis wird ggf. zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten Elbwasser von außen zugeführt, nämlich zum einen vor Beginn der Beregnung zwecks Einstellung des Stauwasserspiegels und zum anderen während der Beregnung, um ein mögliches Wasserdefizit aktiv auszugleichen und die Gewässer nach dem Beregnungsereignis kurzfristig wieder aufzufüllen.

Eine Ausnahme von der beschriebenen Bewässerungspraxis bilden die Betriebe, welche ihr Beregnungswasser direkt aus der Wischhafener Süderelbe entnehmen (Gewässersystem H). Hier bestehen keine Möglichkeiten zum Aufstau oder zur Rückhaltung des Wassers, die Wischhafener Süderelbe ist unmittelbar an den Tideverlauf und damit auch an die Elbwasserqualität gekoppelt.

4.4 Ermittlung des Wasserbedarfs und der verfügbaren Wassermengen

4.4.1 Wasserbedarf für die Frostschutzberechnung

Aus den in der Machbarkeitsstudie näher erläuterten Gründen bestehen Forderungen, wonach ein Wasservolumen zur Verfügung stehen muss, mit dem zwei Nächte unabhängig von einer externen Zuwässerung berechnet werden kann.

Der spezifische Wasserbedarf für die Frostschutzberechnung über zwei Berechnungsnächte ergibt sich nach folgender Formel:

$$Q_{\text{Ber.}} = 40 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{ha}) \times 14 \text{ h/Nacht} \times 2 \text{ Nächte} = 1.120 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

Der absolute Wasserbedarf ergibt sich aus der Multiplikation des spezifischen Bedarfes mit der Berechnungsfläche, die von dem jeweiligen Marschgewässer aus versorgt wird. Die Untersuchung erfolgte demnach nicht betriebsbezogen, sondern es wurden Gewässereinheiten gebildet.

Insgesamt ergibt sich für die Obstanbauflächen im UHV Kehdingen sowie für die außerhalb an der Oste liegenden Anbauflächen folgender Wasserbedarf für zwei aufeinanderfolgende Berechnungsnächte:

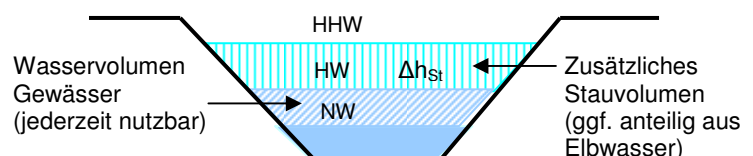
$$Q_{\text{Ber.}} = 1.214,8 \text{ ha} \times 1.120 \text{ m}^3/\text{ha} = 1.360.576 \text{ m}^3/2\text{d}$$

Detaillierte Informationen sind der als Anhang A 1 beigefügten, tabellarischen Zusammenstellung der Berechnungsflächen zu entnehmen, in denen sämtliche hydraulischen Rahmenbedingungen - gegliedert nach Gewässersystemen - zusammengestellt sind. Auf diese Tabelle wird im Folgenden noch häufiger verwiesen.

4.4.2 Nutzbares Wasservolumen in den Marschgewässern

In der genannten Tabelle im Anhang A 1 wurden ebenso die nutzbaren Wassermengen in den einzelnen Marschgewässersystemen errechnet. Unterschieden wurde dabei zwischen dem jederzeit entnehmbaren Wasservolumen, welches sich durch die Speicherlamelle zwischen dem „normalen“ Ein- und Ausschalwasserstand des Schöpfwerks definiert, und dem zusätzlichen Stauvolumen, das durch ein Anheben des Binnenwasserstandes etwa 5 Tage vor Berechnungsbeginn generiert wird.

Zwecks Festlegung der nutzbaren Wasserlamellen hat der UHV Kehdingen die vorliegenden Schöpfwerks - Pegelaufzeichnungen der Monate März bis Mai 2011 ausgewertet und die Ein- und Ausschalwasserstände sowohl zu „normalen“ Zeiten (HW / NW) als auch während der Frostschutzberechnung (HHW) angegeben [6].



Insofern beruhen die Berechnungen zum vorhandenen Wasservolumen in den Marschgewässern auf belastbaren Grundlagendaten. Dennoch mussten teilweise auch geeignete Annahmen getroffen werden, weil keine konkreten Messgrößen vorlagen. Alle angenommenen Eingangsgrößen wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nochmals mit dem UHV Kehdingen abgestimmt und überprüft.

Wie bereits erläutert, ist das verfügbare Wasservolumen in den Marschgewässern nicht völlig unabhängig von der Elbzuwässerung zu betrachten, denn das zusätzliche Stauvolumen setzt sich anteilig aus der Gebietsentwässerung und einer möglichen ergänzenden Zuwässerung aus der Elbe zusammen.

Zur Ermittlung des Anteils der Gebietsentwässerung wurde in Anhang A das Einzugsgebiet der jeweiligen Gewässersysteme ermittelt und mit der maßgebenden Abflussspende multipliziert. Auf der sicheren Seite liegend, wurde dabei lediglich die mittlere Niedrigwasserabflussspende angesetzt:

$$MNq = 0,02 \text{ l/(sxha)} = 2,0 \text{ l/(sxkm}^2\text{)}$$

Zum Vergleich betragen die mittlere Jahresabflussspende in der Elbmarsch etwa $Mq = 0,1 \text{ l/(sxha)} = 10 \text{ l/(sxkm}^2\text{)}$ und die mittlere Hochwasserabflussspende etwa $Hq = 0,6 \text{ l/(sxha)} = 60 \text{ l/(sxkm}^2\text{)}$. Schöpfwerke und ähnliche technische Anlagen werden in der Regel auf eine maximale Abflussspende von $HHq = 2,5 \text{ l/(sxha)} = 250 \text{ l/(sxkm}^2\text{)}$ bemessen.

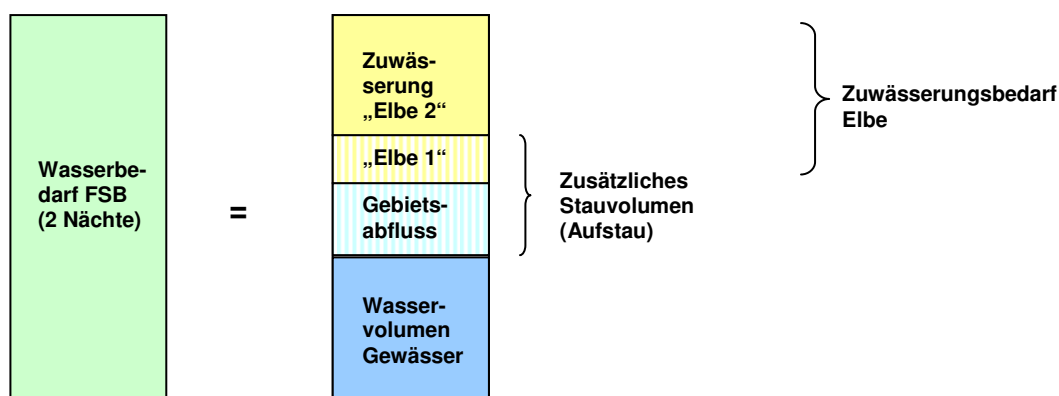
Der errechnete Niedrigwasserabfluss MNQ wurde über einen Zeitraum von 5 Tagen gleichbleibend angesetzt. Daraus ergibt sich der Anteil der Gebietsentwässerung, welcher als frei verfügbare Wassermenge in die nachfolgenden Defizitbetrachtungen eingeht. Reicht der Gebietsabfluss nicht aus, muss die Restmenge bis zum Erreichen des Stauziels durch Zuwässerung aus der Elbe ausgeglichen werden.

4.4.3 Zuwässerungsbedarf von Elbwasser

Falls das verfügbare Wasservolumen in den Marschgewässern einschließlich der Binnenabflussspende nicht ausreicht, um den Wasserbedarf für die Frostschtberechnung zu decken, muss der entstehende Fehlbetrag durch aktive Zuwässerung von Elbwasser ausgeglichen werden. Dieser Fehlbetrag wird im Folgenden als „Zuwässerungsbedarf“ bezeichnet.

Der beschriebene Sachverhalt lässt sich in folgender Gleichung ausdrücken, die zum besseren Verständnis zusätzlich durch ein Balkendiagramm visualisiert wird. Darin wird der Anteil der Zuwässerung von Elbwasser *vor* der Berechnung (5-tägige Anstauphase) als „Elbe 1“ und der Anteil der Zuwässerung *während* der 2-tägigen Berechnung als „Elbe 2“ bezeichnet.

$$V_{\text{Ber./2d}} = V_{\text{Gewässer}} + V_{\text{Stauvol.}} (= V_{\text{Gebietsabfluss}} + V_{\text{Elbe 1}}) + V_{\text{Elbe 2}}$$



Auf der obigen Gleichung basieren die Berechnungsergebnisse der als Anhang A beigefügten Tabelle. Gewässerbezogen wurde darin zunächst der Wasserbedarf für die angeschlossenen Berechnungsflächen errechnet (Spalte 5). Dem gegenüber wurde in Spalte 9 das verfügbare Wasservolumen im Ge-

wässer und in Spalte 11 das zusätzliche Stauvolumen ermittelt. Schließlich wurde in Spalte 15 der Gebietsabfluss bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem Wasserbedarf einerseits und dem Gewässervolumen einschließlich des Gebietsabflusses andererseits ergibt sich schließlich der Zuwässerungsbedarf (Spalte 17), welcher heute durch Zuführung von Elbwasser gedeckt wird. Die beiden Komponenten „Elbe 1“ und „Elbe 2“ werden dabei zu einem Wert zusammengefasst.

Für die Betriebe an der Wischhafener Süderelbe (Gewässersystem H) wurde wegen der unmittelbaren Koppelung an den Elbstrom weder ein nutzbares Gewässervolumen noch ein Gebietsabfluss angesetzt.

Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick über die Berechnungsergebnisse:

Gewässersystem / Bewässerungseinheit	Wasserbedarf FSB		Gewässer vorh. Wasser- volumen V	Aufstau zusätzl. Stau- volumen V _{st}	Gebietsabfluss Summe Abfluss in 5d	Zuwässerung erf. Zuwässerung Elbe
	Berechnungsf. A _{Ber.}	Ber.menge 2 Nächte - Q _{Ber.}				
[1]	[2]	[5]=[2]x[3]x[4]	[9]=[6] x [7] x [8]	[11]=[6] x [7] x [10]	[15]=[14] x 3,6x24x5	[17]=[5]-[9]-min[11;15]
A Südlicher Sielgraben	37 ha	41.440 m³/2d	111.000 m³	122.100 m³	45.576 m³/5d	0 m³
B Itzwörden - Hörner Fleth (Oste)	49 ha	54.880 m³/2d	10.540 m³	6.324 m³	4.683 m³/5d	39.657 m³
C Krummendeicher Wettern / Hohenluchter Wettern (Oste)	88 ha	98.560 m³/2d	26.800 m³	33.500 m³	16.070 m³/5d	55.690 m³
D Neuenseer Schleusenfleth (Oste)	26 ha	29.120 m³/2d	11.250 m³	6.750 m³	8.087 m³/5d	11.120 m³
E Freiburger Schleusenfleth	87 ha	97.440 m³/2d	27.660 m³	35.958 m³	14.904 m³/5d	54.876 m³
F Wischhafener Schleusenfleth	91 ha	101.920 m³/2d	28.455 m³	56.910 m³	23.760 m³/5d	49.705 m³
G Neulander Fleth / Moorkanal	36 ha	40.320 m³/2d	14.700 m³	12.250 m³	8.381 m³/5d	17.239 m³
H Wh. Süderelbe / Sandloch (Elbe)	100 ha	112.000 m³/2d	0 m³	0 m³	- m³/5d	112.000 m³
I Dornbusch-Nindorfer Wettern	25 ha	28.000 m³/2d	8.760 m³	6.570 m³	12.131 m³/5d	12.670 m³
J Theisbrügger Schleusenfleth	39 ha	43.680 m³/2d	7.675 m³	4.605 m³	3.629 m³/5d	32.376 m³
K Sietwender Fleth / Aschhorn	58 ha	64.960 m³/2d	15.900 m³	12.720 m³	9.029 m³/5d	40.031 m³
L Gauensieker Schleusenfleth	12 ha	13.440 m³/2d	5.040 m³	5.040 m³	7.301 m³/5d	3.360 m³
M Asseler Schleusenfl. / Wether W.	36 ha	40.320 m³/2d	12.150 m³	7.290 m³	8.243 m³/5d	20.880 m³
N Barnkruger Wettern	8,8 ha	9.856 m³/2d	1.792 m³	2.016 m³	2.212 m³/5d	6.048 m³
O Bützflether Kanal	26 ha	29.120 m³/2d	46.272 m³	17.352 m³	13.651 m³/5d	0 m³
P Hörne-Götzdorfer Kanal	53 ha	59.360 m³/2d	40.212 m³	23.457 m³	10.731 m³/5d	8.417 m³
Q Nebengraben Hö.-Gö.-Kanal	8 ha	8.960 m³/2d	1.140 m³	570 m³	562 m³/5d	7.258 m³

Tabelle 3: Übersicht – Wasserbedarf und verfügbare Wassermengen (vgl. Anhang A 1)

Einzelheiten sind der ausführlichen Ergebnistabelle in Anhang A 1 zu entnehmen.

Bei den Berechnungen wurde berücksichtigt, dass die rechnerische Gebietsabflussmenge nicht größer sein kann als das maximale Stauvolumen im Gewässer; ansonsten würde das zulässige Stauziel überschritten. Der jeweils kleinere Wert ist demnach maßgebend, was in der Tabellenformel hinterlegt ist.

Im Ergebnis besteht bei insgesamt 17 untersuchten Marschgewässersystemen in 15 Gewässern ein Zuwässerungsbedarf. Die Spanne reicht dabei von wenigen Tausend bis zu mehreren Zehntausend Kubikmetern zuzuführendem Elbwasser, wie beispielsweise am Freiburger Schleusenfleth.

Ausgehend von diesem Status Quo wird im folgenden Bearbeitungsschritt die mögliche Zuwässerung von Elbwasser stufenweise herabgesetzt, um eine eventuelle Erhöhung des Salzgehaltes zu simulieren. Theoretisch wird dabei unterstellt, dass die heutige Wasserqualität jederzeit ausreichend ist. Faktisch sind jedoch auch heute schon die Richtwerte des Salzgehaltes von Zeit zu Zeit überschritten, wie die Messreihen an den verschiedenen Messstationen entlang der Unterelbe belegen.

4.5 Modellansatz zur Einschränkung der Zuwässerung aus der Elbe

Zur Simulation einer zukünftigen Verschlechterung der Elbwasserqualität wird – ähnlich wie in der Machbarkeitsstudie bei den Betrachtungen zum Alten Land – ein modellhafter Ansatz gewählt, der unabhängig von der tatsächlichen Veränderung des Salzgehaltes die Reduzierung der möglichen Zuwässerungsmengen als gegeben voraussetzt.

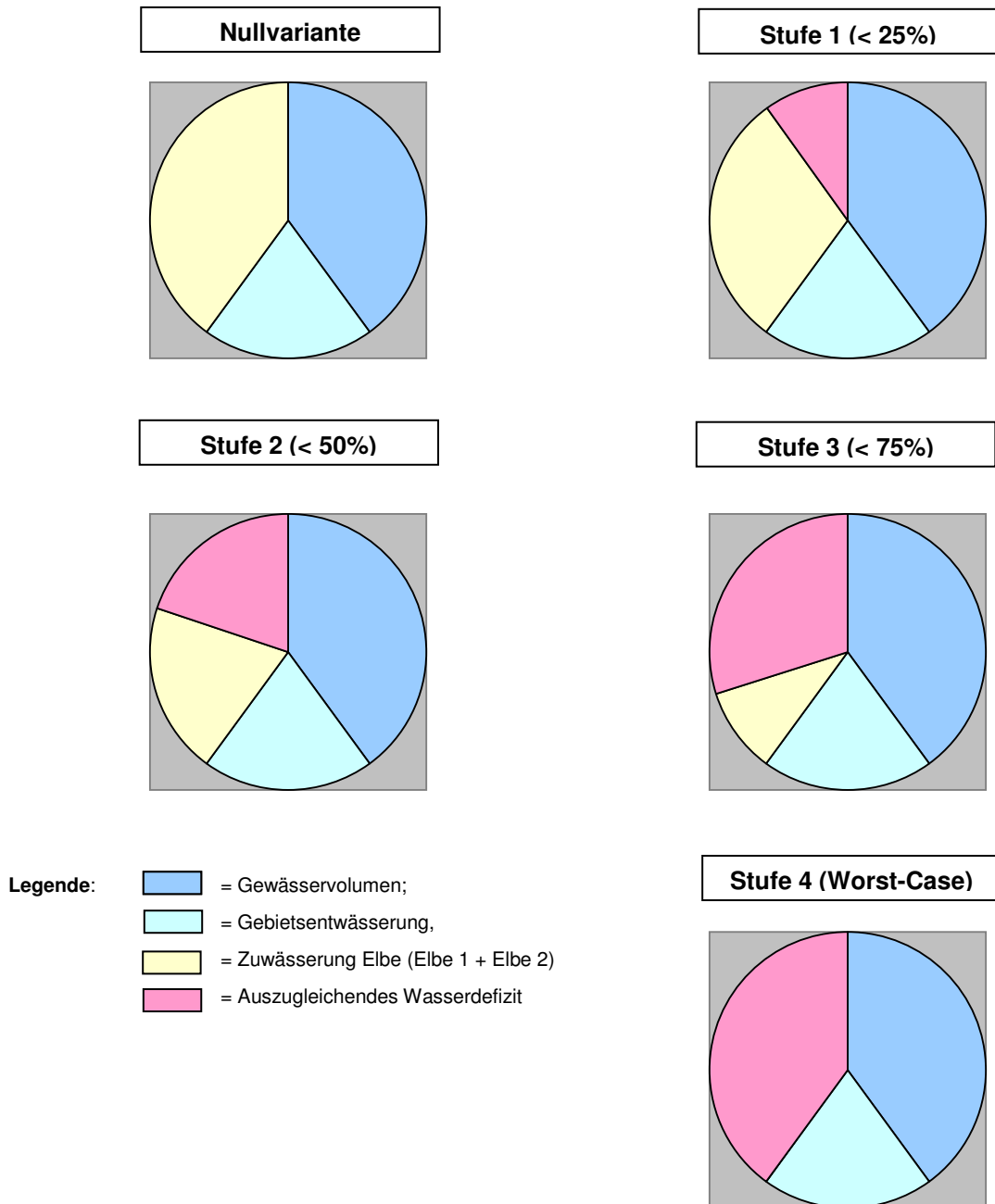
Dazu werden folgende Annahmen getroffen und die Ergebnisse miteinander verglichen:

- Stufe 0: Keine Einschränkung der Zuwässerung V_{Elbe} (= Nullvariante)
- Stufe 1: Einschränkung der Zuwässerung V_{Elbe} um 25 %
- Stufe 2: Einschränkung der Zuwässerung V_{Elbe} um 50 %
- Stufe 3: Einschränkung der Zuwässerung V_{Elbe} um 75 %
- Stufe 4: Einschränkung der Zuwässerung V_{Elbe} um 100 % (Worst-Case-Szenario)

Durch die simulierte, fortschreitende Reduzierung der Zuwässerungsmengen aus der Elbe wird das Defizit zwischen der benötigten und der verfügbaren Wassermenge immer größer.

Zur Veranschaulichung der Modellannahmen sollen die nachfolgenden Diagramme dienen, in denen ein fiktives Beispiel für eine mögliche Deckung des Beregnungswasserbedarfes schematisch dargestellt ist. Prozentual abgestuft wird der Anteil der Elbzuwässerung immer weiter herabgesetzt, was sich in einem immer größer werdenden Wasserdefizit widerspiegelt.

Dieses größer werdende Defizit muss zukünftig durch ein anderweitig zu schaffendes Wasservolumen kompensiert werden.



Das alternativ bereitzustellende Wasserdefizit wird wiederum in der Tabelle in Anhang A 1, Spalte 17, errechnet. Zusammengefasst wurden danach folgende Ergebnisse für den gesamten Obstanbau in Kehdingen ermittelt:

- Stufe 0: Kein zusätzliches Defizit gegenüber der Ist-Situation (Nullvariante)
- Stufe 1: Zusätzlich erf. Wasservolumen $\Delta V_{1 \text{ Elbe}} = \text{rd. } 117.800 \text{ m}^3$
- Stufe 2: Zusätzlich erf. Wasservolumen $\Delta V_{2 \text{ Elbe}} = \text{rd. } 235.700 \text{ m}^3$
- Stufe 3: Zusätzlich erf. Wasservolumen $\Delta V_{3 \text{ Elbe}} = \text{rd. } 353.500 \text{ m}^3$
- Stufe 4: Zusätzlich erf. Wasservolumen $\Delta V_{4 \text{ Elbe}} = \text{rd. } 471.300 \text{ m}^3$

Ob und in welchem Umfang tatsächlich alle untersuchten Gewässersysteme von einer möglichen Verschlechterung der Wasserqualität betroffen und damit zu entschädigen sind, wird im Rahmen der vorliegenden Studie nicht abschließend bewertet. Die Studie liefert lediglich die Grundlage und bietet Entscheidungshilfen für die Erörterung solcher Fragestellungen.

Weitere Abstufungen in der Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen sind auf der Grundlage der Ergebnistabellen jederzeit möglich.

In der Gesamtbetrachtung werden im ungünstigsten Fall - dem vollkommenen Erliegen der Zuweisung aus der Elbe - innerhalb eines 2-tägigen Berechnungszeitraums zukünftig rd. 471.300 m³ zusätzliches Berechnungswasser für Kehdingen benötigt.

Dieses, mit der Verschlechterung der Wasserqualität einher gehende Wasserdefizit muss durch geeignete Maßnahmen zur Wasserspeicherung bzw. zur Generierung von Stauvolumen im Bereich der Obstanbauflächen ausgeglichen werden. Hierfür werden in den folgenden Kapiteln verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt.

4.6 Lösungsansätze zur Kompensation der eingeschränkten Zuwässerung

4.6.1 Grundlegende Einschätzung zu möglichen Alternativen

In der Machbarkeitsstudie zur Alternativen Wasserbereitstellung [1] wurde als Vorzugslösung für den Obstanbau in Kehdingen die Herstellung von dezentralen Beregnungsteichen als Ergänzung zum verfügbaren Wasservolumen bzw. als Ersatz der Zuwässerung aus der Elbe herausgearbeitet.

Zwischenzeitlich wurden unter den beteiligten Verbänden, Behörden und Interessenvertretungen des Obstanbaus weitere Varianten und unterschiedliche Lösungsansätze zur Kompensation der ermittelten Volumendefizite diskutiert. In der vorliegenden Untersuchung sollen diese möglichen Alternativen und Lösungsansätze noch einmal planerisch aufbereitet und zusammenfassend bewertet werden.

Grundsätzlich kämen zur Generierung von zusätzlichem Stauvolumen folgende Alternativen in Betracht:

- Bau von Beregnungsteichen, als Ergänzung des vorhandenen Stauvolumens der Gewässer (bisherige Vorzugsvariante)
- Ausbau des bestehenden Gewässersystems (z.B. Verbreiterung, Aufweitungen, Nutzung vorhandener Bracks)

Für beide Varianten gilt, dass das verfügbare Stauvolumen im Gewässersystem auch weiterhin genutzt und demzufolge rechnerisch in Ansatz gebracht wird. Um dieses frei verfügbare Gewässervolumen bestmöglich auszunutzen, bietet sich eine Optimierung des Be- und Entwässerungsbetriebes an:

- Optimierung der Schütz- und Pumpensteuerung (Messstellen, Betriebspläne)

Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, das benötigte Wasservolumen ausschließlich in neu herzustellenden Beregnungsteichen zu speichern und das vorhandene Gewässervolumen *nicht* anzusetzen:

- Bau von Beregnungsteichen, als vollständiger Ersatz des vorhandenen Stauvolumens in den Marschgewässern

Darüber hinaus wurde die Zuwässerung von salzfreiem Wasser aus der Oste diskutiert, wofür eine hydraulische Verbindung zwischen der Oste und den Hauptgewässern in Kehdingen (z.B. Wischhafener Schleusenfleth) hergestellt werden müsste:

- Zuwässerung aus der Oste über ein neues Verbindungsgewässer

Alle genannten Varianten werden nachfolgend untersucht und bewertet. Möglichkeiten und Chancen, aber auch Nachteile und Risiken werden aufgezeigt. Um die Alternativen auch monetär miteinander vergleichen zu können, wurde jeweils eine Abschätzung der Herstellungskosten durchgeführt.

4.6.2 Alternative 1 - Bau von zusätzlichen Beregnungsteichen

Durch den Bau zusätzlicher Beregnungsteiche wäre das zukünftige Volumendefizit - unter Beibehaltung der Nutzung des verfügbaren Gewässervolumens - nach bisheriger Einschätzung am einfachsten auszugleichen. Die neuen Beregnungsteiche werden betriebsbezogen erstellt, so dass jedem Obstanbaubetrieb sein zusätzlich benötigtes Beregnungswasser individuell zur Verfügung steht. In der Gesamtbetrachtung wären in Kehdingen – ohne Berücksichtigung lokaler Abstufungen – rd. 48 Beregnungsteiche an 16 defizitären Gewässersystemen neu herzustellen. Zentrale Beregnungsteiche für mehrere Einzelbetriebe scheiden wegen der lokal verstreuten Lage der Obstanbaubetriebe grundsätzlich aus.

Geeignete Flächen sollte der jeweilige Betrieb zur Verfügung stellen können. Bei einer nutzbaren Wassertiefe von 2,50 bis 3,00 m ist die Flächeninanspruchnahme in den meisten Fällen mit unter 3% der Anbaufläche vertretbar, so dass keine gravierenden wirtschaftlichen Einbußen zu erwarten sind. Lediglich in Bereichen, wo nur wenig nutzbares Gewässervolumen zur Verfügung steht, ist das benötigte Wasservolumen nahezu vollständig in Beregnungsteichen vorzuhalten. Hier ist der flächenspezifische Volumenbedarf entsprechend größer. Im Einzelfall sollte geprüft werden, ob beim Bau der Beregnungsteiche auf benachbarte Grünland- oder Ackerflächen ausgewichen werden kann, um die Rodung von Obstbäumen zu minimieren bzw. zu vermeiden.

Zur Versorgung der Teichanlagen erhalten diese eine hydraulische Anbindung an das jeweilige Marschgewässer; diese Anbindung kann in offener (Graben-) Form oder auch per Verrohrung erfolgen. Über das Gewässer wird der Teich rechtzeitig befüllt, so dass die Frostsutzberegnung unabhängig von einer Zuwässerung von außen durchgeführt werden kann.

Da die benötigten Kompensationsvolumina je nach Marschgewässersystem durchaus unterschiedlich sind, wird hinsichtlich näherer Ergebnisse auf den Anhang A-1 verwiesen. In der Tabelle, Spalte 21, wurden die spezifischen Ausbaukosten der dezentralen Beregnungsteiche getrennt für jedes Gewässersystem ermittelt. Dabei wurde ein gemittelter Einheitspreis für den Erdbau von 12,50 €/m³ angesetzt. Bei diesem Kostenansatz handelt es sich um einen auf das Speichervolumen des Beregnungsteiches umgerechneten Erfahrungswert aus der III. Meile Alten Landes, welcher neben dem eigentlichen Aushub einschl. Berme und Freibord auch den Anschluss an die Wettern beinhaltet. Bei einer detaillierten Einzelfallbetrachtung eines bestimmten Beckens für einen bestimmten Betrieb können sich Abweichungen aufgrund örtlicher Besonderheiten (z.B. besonders hoch liegendes Gelände oder besonders tief liegende Wasserspiegel) ergeben. Ferner sind mögliche Folgekosten für Umzäunung, Foliendichtung, Grunderwerb, Ertragsausfall sowie Umbau und Anpassung der bestehenden Beregnungsanlagen nicht in diesem Kostenansatz enthalten. Solche Folgekosten wären einzelfallbezogen in späteren Planungsschritten zu prüfen und ermitteln.

Unter Zugrundelegung der betrachteten Ausbaustufen wurden die folgenden Herstellungskosten errechnet:

Einschränkungsgrad der Zuwässerung	Baukosten gesamt
Stufe 0 (Nullvariante)	0,00 €
Stufe 1 (25%)	rd. 1,47 Mio. €
Stufe 2 (50%)	rd. 2,95 Mio. €
Stufe 3 (75%)	rd. 4,42 Mio. €
Stufe 4 (100%)	rd. 5,89 Mio. €

Tabelle 4: Kostenschätzung – Bau von zusätzlichen Beregnungsteichen

Berücksichtigt wurden jeweils (wie in der Studie generell üblich) nur die reinen Erdbaukosten, d.h. ohne Planungs- und Nebenkosten, sowie ohne die vorstehend beschriebenen Folgekosten.

4.6.3 Alternative 2 - Ausbau des bestehenden Gewässersystems

Um die errechneten Wassermengendefizite zu kompensieren, wäre ebenso ein Ausbau der Gewässersysteme im Sinne einer Erweiterung des nutzbaren Wasservolumens denkbar. Dazu müssten die vorhandenen Gewässer in der Regel in Längsrichtung verbreitert werden.

Im Anhang A-2 wurden dazu entsprechende Berechnungen angestellt. In Spalte 19 der Tabelle sind die spezifischen Ausbauvolumina angegeben, um welche die Gewässer bei der vorhandenen Gewässerslänge erweitert werden müssten.

Die rechnerische Spanne reicht dabei von einem relativ geringen, erforderlichen Ausbau, wie z.B. am Gauensieker Schleusenfleth in der Größenordnung von erf. $V = 1,0 \text{ m}^3/\text{lfdm}$, bis hin zu einer Vervielfachung des bisherigen Stauvolumens, wie z.B. am Theisbrügger Schleusenfleth mit erf. $V = 10,5 \text{ m}^3/\text{lfdm}$.

Größenordnungen eines potenziellen Gewässerausbaus wie die letztgenannte wären in der Praxis nur schwer umsetzbar, weil die Nutzungsansprüche Dritter meist direkt an die Uferzonen heranreichen. So verlaufen die Gewässer häufig parallel zu Straßen, Wegen oder anderen öffentlichen Flächen; eine deutliche Verbreiterung ginge damit zulasten des Unterhaltungstreifens, so dass die ordnungsgemäße Unterhaltung zukünftig in Frage gestellt wäre. Durch Brücken und Durchlässe sind die Gewässer in ihrer Breite festgelegt; eine Verbreiterung auch dieser Kreuzungsbauwerke wäre mit erheblichen Folgekosten verbunden. Lokale Einschnürungen des Gewässerquerschnitts wären die Folge.

Nach erster Einschätzung kommen für diesen Planungsansatz nur diejenigen Gewässersysteme in Betracht, bei denen die errechnete Ausbaugröße einen Wert von maximal $2,0 \text{ m}^3/\text{lfdm}$ nicht überschreitet. Ein solcher Ausbau wäre im Sinne einer realistischen Gewässerverbreiterung noch vertretbar. Von den 15 untersuchten Gewässerabschnitten mit errechnetem Wasserdefizit wäre diese Forderung im Worst-Case-Fall lediglich bei drei Systemen erfüllt (I - Dornbusch-Nindorfer Wettern, L - Gauensieker Schleusenfleth, P - Hörne-Götzdorfer Kanal).

Für die untersuchten Zwischenstufen ergäben sich auch bei anderen Gewässern entsprechende Ausbaumöglichkeiten (vgl. Anhang A-2).

Insofern kann bei diesem Planungsansatz nur im Einzelfall und bei konkreter Planungstiefe entschieden werden, ob ein Gewässerausbau tatsächlich realisierbar ist. Eine aussagekräftige Kostenschätzung ist daher nicht fundiert durchführbar. Im Anhang A-2 sind zwar Ausbaukosten angegeben, diese decken sich jedoch mit den Erdbaukosten zur Herstellung zusätzlicher Beregnungsteiche laut Kap. 4.6.2, da identische Mengen und Einheitspreise für den Bodenaushub angesetzt wurden.

Nähere Angaben zu den jeweiligen Ausbaugrößen, auch in Hinblick auf die betrachteten Ausbaustufen, sind dem Anhang A-2 zu entnehmen.

4.6.4 Optimierung der Schütz- und Pumpensteuerung

Bei beiden vorgenannten Planungsansätzen wird das verfügbare Stauvolumen in den Marschgewässersystemen auch zukünftig für die Frostschutzberechnung genutzt. Um in beiden Fällen das verfügbare Wasservolumen bestmöglich ausnutzen zu können, ist eine Optimierung der Schütz- und Pumpensteuerung als begleitende Maßnahme zweckmäßig. Zielrichtung sollte dabei sein, die Entwässerungsvorgänge im Zeitraum der Frostschutzberechnung auf ein Mindestmaß zu reduzieren und den Binnenwasserstand möglichst konstant auf dem maximal verträglichen Stauniveau zu halten.

In vielen Fällen sind die Steuerungsmöglichkeiten an den bestehenden Deichsielen / Schöpfwerken derzeit eher begrenzt. Das Aufstauen und Halten eines möglichst hohen Binnenwasserstandes während der Frostschutzberechnung wird durch den Unterhaltungsverband zwar nach bestem Wissen und aufgrund von langjährigen Erfahrungswerten durchgeführt; da die Wasserstandsregulierung allerdings meist manuell erfolgt, sind Schwankungen des Binnenwasserstandes mit Beschwerden von Anliegern aufgrund von Vernässungen an der Tagesordnung.

Zwar spielt die freie Sielentwässerung, den ungünstigen Wasserstandsverhältnissen geschuldet, in der Elbmarsch häufig nur noch eine untergeordnete Rolle. Kommt sie jedoch zum Einsatz, sinkt der Binnenwasserstand aufgrund von baulichen Gegebenheiten (extrem große, nur manuell bedienbare Hubschütze oder Stemmtole) oder aufgrund der mangelnden Steuerung der Schützanlagen relativ schnell ab; dabei geht eine große Wassermenge ungenutzt verloren.

Auch lassen sich die Schaltpegel der Entwässerungspumpen in vielen Fällen nicht bedarfsgerecht einstellen, da die Pegel meist unmittelbar am Schöpfwerk installiert sind und die Pumpen damit nur auf lokale Schwankungen reagieren. Auf Veränderungen des Oberwasserstandes in den recht langen und trägen Gewässersystemen reagieren die Pumpen dagegen nur sehr eingeschränkt.

Ebenso erfolgt die Zuwässerung von Elbwasser heute meist in manueller Form, nachdem die Obstanbaubetriebe den Bedarf beim UHV angemeldet haben. Durch den Zeitverlust während der Melde- und Ausführungskette wird vielfach verspätet auf sinkende Binnenwasserstände – resultierend aus einer hohen Wasserentnahme während der Frostschutzberechnung – reagiert. Zwar soll die Zuwässerung durch alternative Formen der Wasserbereitstellung kompensiert werden; gleichwohl müssen die Teiche und Gewässer nach Ende der Berechnungsphase – entkoppelt vom Berechnungszeitpunkt – auch wieder aufgefüllt werden können, damit für eine kommende Berechnungsnacht wieder ausreichende Wassermengen im System sind.

Automatisch betriebene Schützanlagen, die mit Messpegeln im Oberlauf der Gewässer, außendeichs liegenden Messeinrichtungen zur Salinität sowie mit einer Datenfernübertragung ausgestattet werden, können hier Abhilfe schaffen. Empfehlenswert wären solche Einrichtungen insbesondere dort, wo ein größerer Zuwässerungsbedarf im Gewässersystem besteht.

Dieser Vorgabe folgend, sollte eine Optimierung der Schütz- und Pumpensteuerung zumindest an den sieben Deichsielen / Schöpfwerken in Itzwarden-Hörne (Oste), Krummendeich (Oste), Freiburg, Wischhafen, Theisbrücke, Sietwende und Assel-Wethe eingerichtet werden. Zwar werden auch an den Oste-Deichsielen Achthöfen, Altendorf und Große Rönne größere Zuwässerungsmengen benötigt; diese Siel liegen jedoch so weit stromauf, dass die Salzproblematik dort keine Rolle spielen dürfte. Unabhängig davon wäre eine Ausstattung *aller* Zuwässerungssiele mit einer Messvorrichtung für den Salzgehalt wünschenswert, damit geeignete Zeitpunkte zum Befüllen der Gewässer und der neuen Berechnungsteiche identifiziert werden können.

Details zur Auslegung und Kosten der Steuerungstechnik bleiben weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

4.6.5 Alternative 3 - Bau von Beregnungsteichen als alleiniger Stauraum

Durch den umfassenden Bau von Beregnungsteichen könnte theoretisch nicht nur die Zuwässerungsmenge aus der Elbe, sondern auch das verfügbare Gewässervolumen der Marschgewässersysteme ersetzt werden. Damit hätte dann jeder Betrieb individuell so viel Wasser zur Verfügung, dass zwei Frostschutzberegnungsnächte vollkommen autark organisiert werden könnten.

Nach diesem Ansatz müsste allerdings das gesamte, für die 2-tägige Frostschutzberegnung benötigte Wasservolumen in dezentralen Teichanlagen bereitgestellt werden. Im Vergleich zur bisherigen Vorzugslösung, dem *zusätzlichen* Bau von Beregnungsteichen (vgl. Kap. 4.6.2), steigt dadurch die Flächeninanspruchnahme für die Bewässerung noch einmal deutlich an.

Besonders in Bereichen, wo bereits ein großes nutzbares Gewässervolumen zur Verfügung steht, würde der zusätzliche Bau von Beregnungsteichen unnötigerweise einen hohen zusätzlichen Flächenverlust und entsprechend hohe Baukosten verursachen. Beides wäre unnötig und (volks-)wirtschaftlich nicht zu vertreten.

Die Herstellungskosten einer solchen Maßnahme würden überschlägig rd. $873.400 \text{ m}^3 \times 12,50 \text{ €/m}^3 =$ rd. 10,92 Mio. € betragen und damit die Kosten der anderen Varianten deutlich übersteigen.

Zusammenfassend wird der alleinige Bau von Beregnungsteichen – ohne Nutzung des verfügbaren Gewässerstauvolumens – als nicht zielführend und unzweckmäßig bewertet.

4.6.6 Alternative 4 - Zuwässerung aus der Oste

Trassenführung

Eine weitere grundlegende Planungsvariante besteht in der Überleitung von salzfreiem Wasser aus der Oste in die Bewässerungssysteme des UHV Kehdingen. Diese Überleitung soll ggf. den Zuwässerungsbedarf aus der Elbe vollständig ersetzen.

Diskutiert wurde dabei vorzugsweise der Ausbau des Moorkanals, der zwischen dem Achthöfener Fleth und dem Altendorfer Dorffleth direkt bei der Schwebefähre in der Gemeinde Osten liegt (siehe Lageplan, Anlage 3.2). Vorteil dieses relativ weit stromaufwärts liegenden Entnahmepunktes ist, dass man die Versalzungsproblematik aller Voraussicht nach umgeht.

Derzeit verfügt der Moorkanal über keine Anbindung an die Oste mehr. Stattdessen wird er rückwärtig über die beiden genannten Flethe mit Wasser gespeist und dient dem ortsansässigen Obstanbaubetrieb als Staugraben für die Frostschutzbewässerung. Im Falle eines Ausbaus könnte diese Nutzung uneingeschränkt fortbestehen. Ein weiterer Vorteil wäre, dass bei einer (wiederhergestellten) hydraulischen Verbindung zur Oste die Wasserqualität in dem ansonsten „stehenden“ Stichkanal deutlich verbessert würde, so dass sich der ortsansässige Betrieb für einen eventuellen Ausbau ausgesprochen hat.

Im weiteren Verlauf müsste der Moorkanal über die Verbandsgrenze zwischen dem UHV Untere Oste und dem UHV Kehdingen hinaus ausgebaut und verlängert werden. Als Ausbautrasse bietet sich dabei im Wesentlichen ein Verlauf parallel zur Bundesstraße B 495 an.

Zwischen dem Ostedeich und der Landesstraße L 113 ist der Moorkanal bereits relativ breit ausgebaut. Von dort aus könnte ein Ausbau zunächst auch unabhängig von der B 495 - Trasse erfolgen, und zwar geradlinig zwischen dem Hof Kranenweide bis nach Altendorf an der Kreuzung von B 495 und K 27.

Danach folgt der auszubauende Moorkanal dann auf der Nordwestseite dem Verlauf der B 495 bis nach Neulandermoor. Am Übergang in den Neulander Moorkanal, etwa 2,5 km vor der L 111, endet die Ausbaustrecke.

Insgesamt wäre die beschriebene Ausbaustrecke von der Oste bis nach Neulandermoor rd. 9,5 km lang.

Die unmittelbare Wasserverteilung könnte dann vom Ausbauende aus direkt nach Norden in das Gewässersystem G – Neuland sowie nach Süden in das Gewässersystem I – Dornbusch-Nindorf (EV Mittelkehdingen) erfolgen.

Um weitere Gewässersysteme erreichen zu können, müssten zusätzliche Gewässerverbindungen hergestellt werden. So bietet sich eine rd. 6 km lange, offene Gewässerverbindung zwischen dem ausgebauten Moorgraben (etwa bei km 8,5) und dem Gewässersystem F - Wischhafener Schleusenfleth an, welche beispielsweise entlang der westlichen Verbandsgrenze ausgebaut werden könnte. Diese Anbindung wäre noch im Freigefälle realisierbar.

Durch eine weitere, rd. 3 km lange Querverbindung in nördlicher Richtung wäre ebenfalls eine Anbindung des Gewässersystems E - Freiburger Schleusenfleth denkbar; auch eine Verbindung zwischen dem Wischhafener Schleusenfleth und dem Gewässersystem C – Krummendeicher / Hohenluchter Werten auf rd. 1,5 km Länge wäre theoretisch möglich. In Anbetracht der dort höher eingestellten Wasserstände könnten diese beiden Einzugsgebiete allerdings nur im Pumpbetrieb versorgt werden.

Alle genannten Gewässerverbindungen sind im Lageplan, Anlage 3.2, dargestellt.

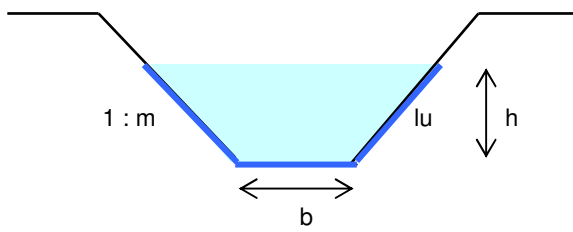
Hydraulische Dimensionierung

Die hydraulische Bemessung von Fließgewässern erfolgt nach der Formel von MANNING-STRICKLER für wandraue Gerinne:

$$Q = A \times v$$

$$= A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

[m³/s]



Durchflussquerschnitt:	$A = h \times (b + h \times m)$	[m ²]
Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h \times \sqrt{1 + m^2}$	[m]
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u$	[m]
Rauigkeitsbeiwert	$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ (für stark bewachsene Erdkanäle)	
Gefälle:	$I_E = \text{Energie-, d.h. Sohl- oder Wasserspiegelgefälle}$	

Der k_{St} –Wert wurde mit $25 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ für stark bewachsene Erdkanäle und Gräben niedrig, d.h. auf der sicheren Seite liegend, angesetzt.

Auf der Grundlage dieser Bemessungsformel wurde zur hydraulischen Dimensionierung des Moorkanals eine sogenannte „iterative Wasserspiegellinienberechnung“ durchgeführt (siehe Anhang B).

Bei den Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass der Moorkanal ausschließlich dem Wassertransport nach Mittel- und Nordkehdingen dienen soll. Der Wassertransport soll vorzugsweise im Freigefälle erfolgen. Entwässerungsfunktionen nimmt der Kanal nicht wahr, so dass der Maximalwasserstand höher liegen kann als in den übrigen Verbandsgewässern im System; höhere Wasserstände sind für den Wassertransport unerlässlich, damit sich ein ausreichendes Wasserspiegelgefälle einstellen kann. In Teilabschnitten mit extrem flachen Geländehöhen wären auch seitliche Verwallungen denkbar, um ein ausreichendes Freibord zu gewährleisten.

Als erforderliche Durchflussmenge wurde der aktuelle Zuwässerungsbedarf aus der Elbe in den betroffenen bzw. erreichbaren Gewässersystemen angesetzt. Diese Zuwässerungsmenge muss innerhalb des zweitägigen Berechnungszeitraums zugeführt werden können, damit die Berechnung – bestehend aus den drei Komponenten Gewässervolumen, Gebietsabfluss (nur während der Stauphase) und übergeleitetem Ostewater – sichergestellt bleibt.

Folgende relevante Gewässersysteme mit ihrem jeweiligen Zuwässerungsbedarf wurden in die Berechnungen eingestellt:

Gewässersystem	Berechnungsfläche	Erf. Zuwässerung $V_{\text{Elbe}} = V_{\text{Oste}}$	Erf. Durchfluss $Q_{\text{Oste}} / 2d$
I – Dornbusch-Nindorfer Wettern	25 ha	12.670 m ³	73 l/s
G – Neulander Fleth	36 ha	17.239 m ³	100 l/s
F – Wischhafener SF	91 ha	49.705 m ³	288 l/s
E – Freiburger SF	87 ha	54.876 m ³	318 l/s
C – Krummendeicher Wettern	88 ha	55.690 m ³	322 l/s
Summe	327 ha	190.180 m³	1.100 l/s

Tabelle 5: Durch Überleitung von Oste-Wasser zu versorgende Berechnungssysteme

Zur alternativen Versorgung der in Tabelle 5 genannten Berechnungssysteme ergibt sich der erforderliche Durchfluss im Moorkanal insgesamt zu:

$$\text{erf. } Q = 190.180 \text{ m}^3 / 2d / 24 \text{ h/d} = 3.962 \text{ m}^3/\text{h} = 1.100 \text{ l/s}$$

Im Zuge der weiteren Wasserverteilung nimmt die erforderliche Durchflussmenge immer weiter ab, was in der „Iterativen Wasserspiegellinienberechnung“ in Anhang B entsprechend berücksichtigt wurde. Ferner wurden verschiedene Berechnungsgänge durchgeführt. Die ersten beiden Berechnungsgänge 1 und 2 beziehen sich auf die Wasserversorgung der Gebiete F, E und C über das Wischhafener Schleusenfleth, während die Berechnungsgänge 3 und 4 auf die Versorgung der Gebiete G und I über den Neulander Moorkanal und die Wolfsbruch-Dornbusch-Nindorfer Wettern abzielen.

Ausgehend vom jeweiligen Stauwasserstand am Ende der Versorgungsstrecke wird errechnet, welcher Wasserstand am Beginn der Zuwässerung (d.h. an der Oste) zur Verfügung stehen muss, damit der Durchfluss sichergestellt ist. In den Berechnungsgängen 1 und 3 ist der Zielwasserstand nicht vorgegeben, während in den Berechnungsgängen 2 und 4 versucht wurde, das mittlere Tideniedrigwasser in der Oste (MTNw = NN -0,50 m am Pegel Hechthausen) nicht zu überschreiten, damit der Durchfluss tat-

sächlich *jederzeit* gewährleistet ist. Dies wirkt sich auf den Ausbauquerschnitt dahingehend aus, dass ein größerer Querschnitt bzw. eine größere Ausbautiefe notwendig wird.

Nach der letztgenannten Forderung ergibt sich für den Moorkanal folgender Ausbauquerschnitt:

OK Gelände:	i.M. NN +0,50 m (veränderlich)
Sohltiefe Moorkanal:	NN -2,50 m (gleichbleibend)
Sohlbreite b_{So} :	2,00 m
Böschungsneigung:	1 : 2
Wasserspiegelbreite b_{Wsp} :	max. 10,03 m
Gesamtbreite an OKG:	max. 14,00 m (je nach Geländehöhe)
Zielwasserstand Oste:	$\geq$ MTNw = NN -0,50 m
Stauwasserstand am Ende der Strecke:	NN -0,90 m (Wischhafener Schleusenfleth)
Hydraulischer Gradient:	$\Delta h \geq 0,40$ m
Wasserspiegelgefälle :	$I_E = \Delta h / L = 0,40 / 19.000 \text{ m} = 0,02 \text{ ‰}$

Mit diesem Ausbauquerschnitt ist die ersatzweise Zuwässerung der Beregnungseinheiten in Nord- und Mittelkehdingen aus der Oste sichergestellt.

Kostenschätzung

Für die Zuwässerung von salzfreiem Oste-Wasser wäre mit folgenden Baukosten zu rechnen:

Pos.-Nr.	Maßnahme / Beschreibung	Menge / Anzahl	Schätzkosten	
			EP ca.	GP ca.
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [3] x [4]
4	Ostewasser-Überleitung			
4.1	Deichsiegel Oste mit Schützvorrichtung	1 psch	250.000,00 €	250.000,00 €
4.2	Ausbau Moorkanal	9.500 m	360,00 €	3.420.000,00 €
4.3	Ausbau Verbindungskanal Wischhafener SF	6.000 m	270,00 €	1.620.000,00 €
4.4	Ausbau Verbindungskanal Freiburger SF	3.000 m	150,00 €	450.000,00 €
4.5	Ausbau Verbindungskanal Krummendeicher W.	1.500 m	150,00 €	225.000,00 €
4.6	Bewässerungspumpwerke, $Q_p = 320 \text{ l/s}$	2 St	120.000,00 €	240.000,00 €
4.7	Kreuzungsbauwerke (Wegebrücken)	5 St	150.000,00 €	750.000,00 €
4.8	Durchlässe, Überfahrten	35 St	5.000,00 €	175.000,00 €
	Gesamtsumme			7.130.000,00 €

Tabelle 6: Kostenschätzung – Zuwässerung aus der Oste

Benannt sind wiederum ausschließlich die Baukosten, d.h. ohne Planungs- und Nebenkosten sowie Grunderwerbskosten oder eventuelle Entschädigungszahlungen.

In der Gesamtbetrachtung scheint die Überleitung von Oste-Wasser demnach prinzipiell eine denkbare Alternative zu sein.

Allerdings sind keine Abstufungen im Sinne einer angepassten Reaktion auf sich verändernde Salzgehalte sinnvoll. Entweder muss der Zuwässerungskanal gleich auf die volle Zuwässerungsmenge ausgebaut werden, oder man verzichtet gänzlich auf eine solche Maßnahme.

Da von der Überleitung von salzfreiem Wasser aus der Oste zudem nicht alle Anbaubetriebe in Kehdingen profitieren können, müssten für die übrigen Betroffenen andere Möglichkeiten der Wasserbereitstellung gefunden werden. Die Herstellungskosten für zusätzliche Beregnungsteiche in den Gewässersystemen A, B, D, J und weiter nach Südkehdingen müssten demnach zu den genannten Ausbaurkosten eines Verbindungskanals hinzuaddiert werden.

4.7 Fallbeispiel – Kompensation der Elbzuwässerung durch den Bau eines Beregnungsteiches

Um die Kompensation von zukünftigen Defiziten bei der Zuwässerung von Elbwasser durch den Bau eines Beregnungsteiches näher zu veranschaulichen, wird im Folgenden ein Fallbeispiel für einen Obstbaubetrieb am Freiburger Schleusenfleth (Betrieb E 4) dargestellt.

Im betrachteten Obstanbaubetrieb E 4 steht aktuell eine Anbaufläche von 8,0 ha unter Beregnung; Erweiterungen der Beregnungsflächen sind bis 2012 in einer Größenordnung von 9,0 ha geplant. Für die insgesamt 17,0 ha Beregnungsfläche ergibt sich folgender Wasserbedarf für die Frostschutzberegnung (vgl. 4.4.1):

$$V_{\text{Ber./2d}} = 17,0 \text{ ha} \times 1.120 \text{ m}^3/\text{ha} = 19.040 \text{ m}^3$$

Nicht der gesamte Wasserbedarf steht im Freiburger Schleusenfleth frei nutzbar zur Verfügung.

Laut Anhang A beträgt der Zuwässerungsbedarf für alle Betriebe am Freiburger Schleusenfleth derzeit insgesamt $V_{\text{Elbe}} = 54.876 \text{ m}^3$. Umgelegt auf die angeschlossene Beregnungsfläche ergibt sich im Worst-Case-Fall ein spezifischer Wasserbedarf von $631 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Im Fallbeispiel wird davon ausgegangen, dass die Zuwässerung aus der Elbe zu 100% kompensiert werden muss. Sollte als Zwischenlösung beispielsweise nur eine 50%-ige Kompensation der Elbzuwässerung erforderlich werden, betrüge der spezifische Wasserbedarf lediglich $315 \text{ m}^3/\text{ha}$. Lineare Interpolationen zwischen den errechneten Kompensationsmengen sind demnach jederzeit zulässig.

Für 17,0 ha Beregnungsfläche ergibt sich demnach folgende Ausbaugröße für einen zusätzlichen Beregnungsteich, den der Eigentümer privat betreibt und unterhält:

$$V_{\text{Teich}} = 17,0 \text{ ha} \times 631 \text{ m}^3/\text{ha} = 10.727 \text{ m}^3$$

Durch diese Wassermenge wird der bisherige Zuwässerungsbedarf aus der Elbe vollständig ersetzt. Zusammen mit dem vorhandenen Wasservolumen im Freiburger Schleusenfleth steht dem Betrieb damit eine ausreichende Wassermenge für 2 Beregnungsnächte à 14 Stunden zur Verfügung.

Nimmt man eine nutzbare Teichtiefe von $t = 2,50 \text{ m}$ an, könnte das erforderliche Speichervolumen bereits auf einer Grundfläche von etwa

$$A_{\text{Teich}} = 85 \times 60 = 5.100 \text{ m}^2 = 0,51 \text{ ha}$$

bereitgestellt werden. Bei der vorliegenden Betriebsgröße von insgesamt 22 ha entspräche diese Teichfläche einem Anteil an der Anbaufläche in Höhe von $0,51 / 22,0 = 0,023 = 2,3 \%$. Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten erscheint der mit dem Bau des Beregnungsteiches einher gehende Verlust an Obstanbaufläche für den Einzelbetrieb nach erster Einschätzung vertretbar. Allerdings kommen Folgekosten wie z.B. die Umstellung der Beregnungsanlagen und der Dränagesysteme auf den Betrieb zu.

Der neue Beregnungsteich wird mit einer Rohrleitung unterhalb des mittleren Niedrigwasserstandes an das Freiburger Schleusenfleth angeschlossen. Damit das Teichvolumen individuell befüllt oder entleert werden kann, wird die Rohrleitung mit einer Absperrvorrichtung ausgestattet.

Gestalterisch wird der Beregnungsteich rechteckförmig mit Böschungsneigungen von 1 : 1,5 angelegt und mit einer nutzbaren Wassertiefe von 2,50 m ausgestattet.

Ferner wird auf Höhe des Mittelwasserspiegels eine 1 m breite Feuchtberme angelegt, damit sich die Teichanlage naturschutzfachlich „in sich“ ausgleicht und nicht noch zusätzliche, ökologische Ersatzmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Außerdem muss aus ökologischen Gründen unterhalb des niedrigsten Entnahmewasserstandes immer noch ein Wasserpolster von min. 0,50 m als Rückzugsraum für Fische und andere aquatische Lebewesen verbleiben, so dass der Teich insgesamt 3 m tief ausgebaut wird.

5 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund möglicher Veränderungen der Salinität des Elbwassers in Verbindung mit der geplanten Fahrrinnenanpassung hat die Grontmij GmbH – NL Stade im Auftrag des Projektbüros Fahrrinnenanpassung des WSA Hamburg eine Machbarkeitsstudie für eine alternative Wasserbereitstellung erarbeitet [1]. Darin wurde ein wasserwirtschaftlicher Maßnahmenkatalog entwickelt, der bei Überschreitung der Salzgehaltsgrenzwerte eine konstante Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Nutzflächen gewährleisten soll.

Im Rahmen der Ergebnispräsentation dieser Studie haben sich in Hinblick auf das Verbandsgebiet des UHV Kehdingen einige zusätzliche Fragestellungen ergeben. Diese offenen Punkte erfordern eine Fortschreibung und Konkretisierung einzelner Lösungsansätze, welche in der vorliegenden Ergänzung der Studie untersucht und bewertet werden. Inhaltlich gliedert sich die ergänzende Untersuchung im Wesentlichen in zwei Positionen:

- Alternative Ansätze zur Sicherung der Viehwirtschaft in Nordkehdingen
- Fortschreibung der Maßnahmen zur Sicherstellung der Frostschutzberegnung

Im sogenannten Nordkehdingen Außendeich wird Wasser für die Viehtränke benötigt, welches aufgrund der hohen Salzgehalte im Bereich der Elbmündung nicht direkt aus der Elbe entnommen werden kann. Als optimale Lösung wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie die Wasserbereitstellung über das öffentliche Versorgungsnetz herausgearbeitet. Aufgrund der relativ hohen Kosten einer solchen, rd. 38 km langen Ringleitung in Höhe von rd. 2,34 Mio. € wurden vorliegend weitere Alternativen zur Versorgung mit Tränkewasser untersucht.

Alternativ zu einer Ringleitung wäre zur Versorgung des Außendeichbereiches auch eine Stichleitung mit nur rd. 18 km Länge denkbar. Als Trasse bietet sich dazu die Sommerdeichstraße inmitten des Nordkehdingen Außendeichs an. In Form eines Verästelungsnetzes müssten alle Viehweiden mit separaten Anschlussleitungen erschlossen werden, wobei die einzelnen Anschlussleitungen deutlich länger ausfallen dürften als bei einer Ringleitung. Für eine solche Stichleitung wurden Herstellungskosten von rd. 1,89 Mio. € kalkuliert.

Prinzipiell käme auch die Nutzung des Grundwassers mithilfe von kleinen Versorgungsbrunnen für die Viehtränke in Frage. Mengenmäßig ist dies unproblematisch und wird in ländlichen Regionen vielerorts durchgeführt. Unklar und eher zweifelhaft ist jedoch die qualitative Eignung des anstehenden Grundwassers, welches mit dem Elbwasser in direktem hydraulischem Kontakt steht. Wollte man diese Variante ernsthaft weiterverfolgen, wäre zunächst eine entsprechende Analyse des Grundwassers durchzuführen. Als Herstellungskosten fielen insgesamt rd. 1,3 Mio. € an, womit sich im Vergleich zur ursprünglichen Vorzugslösung weitere Kosteneinsparungen erzielen ließen.

Für weiterführende Planungsschritte wird zunächst eine Grundwasseranalyse empfohlen. Sollte sich herausstellen, dass das anstehende Grundwasser für die Viehtränke geeignet ist, sollte der Ausbau von mehreren Versorgungsbrunnen mit anschließender Wasserverteilung planerisch weiterverfolgt werden. Ist dies nicht der Fall, verbleibt für eine verlässliche Tränkewasserversorgung nur der Bau einer Stichleitung mit Anschluss an das öffentliche Wasserversorgungsnetz.

Hinsichtlich der Frostschutzberegnung in Kehdingen wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung noch einmal die tatsächliche Praxis der Zuwässerung beleuchtet. Danach werden die Binnengewässer rechtzeitig vor Beginn der Frostschutzberegnung angestaut. Erreicht wird das Stauziel in den Marschgewässern einerseits durch das Sammeln des Gebietsabflusses, der sich aus Niederschlägen und dem

Entwässern des Bodenporenvolumens durch Dränagen, tiefe Gräben und Polderschöpfwerke zusammensetzt. Reicht der Gebietsabfluss nicht aus, wird das Stauvolumen durch aktive Zuwässerung aus der Elbe ergänzt. Mit Beginn der Frostschtberegnung wird per Beregnungspumpe kontinuierlich Wasser aus dem Gewässersystem entnommen. Sobald der Wasserstand in den Binnengewässern absinkt, wird - anders als in der Machbarkeitsstudie dargestellt - regelmäßig Elbwasser zugewässert.

Seitens der Obstwirtschaft wird befürchtet, dass die Zuwässerung aus der Elbe aufgrund von zu hohen Salzgehalten zukünftig nur noch eingeschränkt möglich sein wird. Um diese Einschränkung zu simulieren, wurde in der vorliegenden Studie ein modellhafter Ansatz mit prozentual reduzierten Wasserentnahmemengen zugrunde gelegt. Zur Kompensation der Defizite ist die Differenzmenge dann anderweitig bereitzustellen. Untersucht wurde nicht verbandsgebiets-, sondern gewässerbezogen, d.h. es wurden diejenigen Obstanbaubetriebe zusammengefasst, die ihr Beregnungswasser gemeinsam aus einem Gewässer entnehmen.

Als Vorzugslösung ergibt sich aus dieser Untersuchung auch weiterhin die Erweiterung der Speicherkapazität durch den Bau von dezentralen, privat betriebenen Beregnungsteichen.

Diese Teichanlagen ersetzen die bisherige Zuwässerung aus der Elbe, dienen somit als Ergänzung des verfügbaren Wasservolumens in den Marschgewässersystemen und stehen mit letzteren in hydraulischer Verbindung. In dieser Kombination wird den Obstanbaubetrieben eine uneingeschränkte Frostschtberegnung über zwei Beregnungsnächte ermöglicht.

Für das Worst-Case-Szenario, mit dem daraus resultierenden Bau von etwa 50 neuen Beregnungsteichen, wurden Herstellungskosten in Höhe von rd. 5,9 Mio. € ermittelt. In den prozentual reduzierten Zwischenstufen fielen die bereitzustellenden Wassermengen und die Baukosten entsprechend geringer aus.

Als eine weitere Alternative für die Wasserbereitstellung käme aus heutiger Sicht auch die Überleitung von salzfreiem Wasser aus der Oste in Betracht. Dazu wären umfangreiche Gewässerausbauten erforderlich, die allerdings nur einmalig und endgültig durchgeführt werden können. Abstufungen zwischen stark oder weniger stark betroffenen Gebieten oder auch eine stufenweise, prozentuale Aufstockung der Kompensationsmengen kämen bei dieser Variante nicht in Frage. Die Herstellungskosten dieser Alternative übersteigen mit rd. 7,1 Mio. € (zuzüglich weiterer Herstellungskosten für Beregnungsteiche in nicht erfassten Gebieten) die Kosten der Vorzugsvariante deutlich.

Mit der vorliegenden, ergänzenden Studie werden die Lösungsansätze für eine alternative Wasserbereitstellung in Kehdingen näher untersucht und bewertet. Mithilfe der Vorzugslösungen kann auf real stattfindende Entwicklungen der Elbwasserqualität adäquat und abgestuft reagiert werden.

Für die nahe Zukunft wird die wesentliche Aufgabe darin bestehen, die Rahmenbedingungen für die Wasserbereitstellung in der Elbmarsch stetig zu überprüfen, das Maß der Veränderungen fundiert abzuwägen und den jeweiligen Grad des erforderlichen Ausbaus zu definieren. Für die Detailplanung der Lösungskonzepte bildet die vorliegende Untersuchung eine geeignete Grundlage.

Stade, den 09.12.2011

Grontmij GmbH

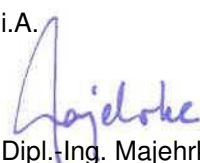
i.V.



Dipl.-Ing. Smidt

Ressortleiter Infrastruktur

i.A.



Dipl.-Ing. Majhrke

Projektleiter

BAND 2 – ANHANG

A Wassertechnische Berechnungen

A-1 Volumengestaffelte Einschränkung der Zuwässerung - Defizitanalyse und Kompensation durch den Bau von Beregnungsteichen

Gewässersystem / Bewässerungsgebiet	Beregnungslg. A _{ber}	Wasserbedarf Frostschutzberegnung				Länge Ge- wässersystem	Jederzeit nutzbares Wasservolumen im Gewässer			Zusätzliche Stauvolumen		Gebietsabfluss während der Anstauphase			Zuwässerungsbedarf Elbe		Kompensation / nat. herzustellende Beregnungseiche				
		Spez. Wasserbedarf 2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}		vorh. Wasser- volumen V _W	nutzbare Lamelle Δh	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	zusätzliche Lamelle Δh ₁	zusätzl. Stau- volumen V _{st}	Einzelgäslg. A ₁	MNQ	Abfluss MNO	Defizit ja / nein	Defizit ja / nein	bestehendes Defizit	erf. Zuwässerung Elbe	erf. spezifisches Speicherol.	Kostenabschätzung EP	Kostenabschätzung GP
A Südlicher Süßgraben 1 - Buchenkirch	37 ha	40 m³/ha	28 h/2d	41.440 m³/2d	54.880 m³/2d	18.500 m	6,0 m	1,00 m	111.000 m³	1,10 m	122.100 m³	5,275 ha	0,02 l/s/ha	106 l/s	nein	nein	0 m³	0 m³	0 m³	12,50 €	- €
	37 ha	40 m³/ha	28 h/2d	41.440 m³/2d	54.880 m³/2d	18.500 m	6,0 m	0,50 m	10.540 m³	0,30 m	6.324 m³	542 ha	0,02 l/s/ha	11 l/s	ja	ja	39.857 m³	29.743 m³	9.914 m³	12,50 €	- €
B Itzörden - Hörner Fleth (Oste) 1 - Schichtmann 2 - Oost	49 ha	40 m³/ha	28 h/2d	54.880 m³/2d	73.168 m³/2d	5.270 m	4,0 m	0,50 m	10.540 m³	0,30 m	6.324 m³	542 ha	0,02 l/s/ha	11 l/s	ja	ja	39.857 m³	29.743 m³	9.914 m³	12,50 €	- €
	29 ha	40 m³/ha	28 h/2d	29.440 m³/2d	38.912 m³/2d	13.400 m	5,0 m	0,40 m	26.800 m³	0,50 m	33.300 m³	1.860 ha	0,02 l/s/ha	37 l/s	ja	ja	55.890 m³	41.767 m³	13.922 m³	12,50 €	- €
C Krummenseicher Wettern / Hohenlucher Wettern (Oste) 1 - Seebach-Ahrens 2 - Seebach-Ahrens 3 - Guderath, Gerhard 4 - Guderath, Norbert 5 - Schapper, Schwanke	88 ha	40 m³/ha	28 h/2d	96.560 m³/2d	128.744 m³/2d	13.400 m	5,0 m	0,40 m	26.800 m³	0,50 m	33.300 m³	1.860 ha	0,02 l/s/ha	37 l/s	ja	ja	55.890 m³	41.767 m³	13.922 m³	12,50 €	- €
	12 ha	40 m³/ha	28 h/2d	4.800 m³/2d	6.400 m³/2d	6.920 m	5,0 m	0,50 m	11.250 m³	0,30 m	6.750 m³	896 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	ja	ja	11.120 m³	8.340 m³	2.780 m³	12,50 €	- €
D Neuzisser Schleusenfleth (Oste) 1 - Seebach-Ahrens 2 - Sunfleth	26 ha	40 m³/ha	28 h/2d	29.120 m³/2d	38.824 m³/2d	4.500 m	5,0 m	0,50 m	11.250 m³	0,30 m	6.750 m³	896 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	ja	ja	11.120 m³	8.340 m³	2.780 m³	12,50 €	- €
	14 ha	40 m³/ha	28 h/2d	11.200 m³/2d	14.928 m³/2d	9.220 m	6,0 m	0,50 m	27.660 m³	0,65 m	35.888 m³	1.725 ha	0,02 l/s/ha	35 l/s	ja	ja	79.516 m³	59.637 m³	19.879 m³	12,50 €	- €
E Freilager Schleusenfleth 1 - Schmidt 2 - Schmidt 3 - Köpke, R. 4 - Beckmann 5 - Guderath, Rolf + Horst	109 ha	40 m³/ha	28 h/2d	122.080 m³/2d	162.704 m³/2d	9.220 m	6,0 m	0,50 m	27.660 m³	0,65 m	35.888 m³	1.725 ha	0,02 l/s/ha	35 l/s	ja	ja	79.516 m³	59.637 m³	19.879 m³	12,50 €	- €
	37 ha	40 m³/ha	28 h/2d	14.800 m³/2d	19.720 m³/2d	9.860 m	7,5 m	0,20 m	28.455 m³	0,40 m	56.910 m³	2.750 ha	0,02 l/s/ha	55 l/s	ja	ja	49.705 m³	37.279 m³	12.426 m³	12,50 €	- €
F Wischthaler Schleusenfleth 1 - Kruse 2 - Guderath, Rolf + Horst 3 - Henshin 4 - Guderath, Rolf + Horst 5 - Guderath, Rolf + Horst 6 - Guderath, Rolf + Horst	91 ha	40 m³/ha	28 h/2d	101.920 m³/2d	135.856 m³/2d	18.970 m	7,5 m	0,20 m	28.455 m³	0,40 m	56.910 m³	2.750 ha	0,02 l/s/ha	55 l/s	ja	ja	49.705 m³	37.279 m³	12.426 m³	12,50 €	- €
	40 ha	40 m³/ha	28 h/2d	16.000 m³/2d	21.200 m³/2d	10.600 m	10,0 m	0,30 m	14.700 m³	0,25 m	12.250 m³	970 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	ja	ja	17.239 m³	12.929 m³	4.310 m³	12,50 €	- €
G Neulander Fleth / Moorkanal 1 - Sunfleth 2 - Eisen 3 - Köster	36 ha	40 m³/ha	28 h/2d	40.320 m³/2d	53.760 m³/2d	4.900 m	10,0 m	0,30 m	14.700 m³	0,25 m	12.250 m³	970 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	ja	ja	17.239 m³	12.929 m³	4.310 m³	12,50 €	- €
	2 ha	40 m³/ha	28 h/2d	80 m³/2d	106 m³/2d	53 m	10,0 m	0,30 m	106 m³	0,25 m	106 m³	970 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	ja	ja	17.239 m³	12.929 m³	4.310 m³	12,50 €	- €
H Wn. Südersee / Sandloch (Elbe) 1 - Meyer, Richard + Bernd 2 - Meyer, Richard + Bernd 3 - Eymann, Frauke 4 - Michel 5 - Schidt 6 - Dralle	100 ha	40 m³/ha	28 h/2d	112.000 m³/2d	149.200 m³/2d	12.400 m	7,5 m	- m	0 m³	- m	0 m³	- ha	0,02 l/s/ha	- l/s	ja	ja	112.000 m³	84.000 m³	28.000 m³	12,50 €	- €
	38 ha	40 m³/ha	28 h/2d	15.200 m³/2d	20.000 m³/2d	10.000 m	7,5 m	- m	0 m³	- m	0 m³	- ha	0,02 l/s/ha	- l/s	ja	ja	112.000 m³	84.000 m³	28.000 m³	12,50 €	- €
I Dornbusch-Niederer Wettern 1 - Eymann, Frauke 2 - Wolf 3 - Freudenberg	25 ha	40 m³/ha	28 h/2d	26.000 m³/2d	34.000 m³/2d	7.300 m	4,0 m	0,30 m	8.760 m³	0,10 m	2.920 m³	1.404 ha	0,02 l/s/ha	28 l/s	ja	ja	16.320 m³	12.240 m³	4.080 m³	12,50 €	- €
	6 ha	40 m³/ha	28 h/2d	240 m³/2d	316 m³/2d	158 m	4,0 m	0,30 m	8.760 m³	0,10 m	2.920 m³	1.404 ha	0,02 l/s/ha	28 l/s	ja	ja	16.320 m³	12.240 m³	4.080 m³	12,50 €	- €
J Theisbrügger Schleusenfleth 1 - Bahr 2 - Vöge	39 ha	40 m³/ha	28 h/2d	43.680 m³/2d	58.240 m³/2d	3.070 m	5,0 m	0,50 m	7.675 m³	0,30 m	4.605 m³	420 ha	0,02 l/s/ha	8 l/s	ja	ja	32.376 m³	24.282 m³	8.094 m³	12,50 €	- €
	19 ha	40 m³/ha	28 h/2d	15.600 m³/2d	20.760 m³/2d	5.060 m	5,0 m	0,50 m	7.675 m³	0,30 m	4.605 m³	420 ha	0,02 l/s/ha	8 l/s	ja	ja	32.376 m³	24.282 m³	8.094 m³	12,50 €	- €
K Stewender Fleth / Aschhorn 1 - Radatz 2 - Dreyer 3 - Dapelliedt 4 - Schuback	58 ha	40 m³/ha	28 h/2d	64.960 m³/2d	86.576 m³/2d	7.950 m	4,0 m	0,50 m	15.900 m³	0,40 m	12.720 m³	1.045 ha	0,02 l/s/ha	21 l/s	ja	ja	40.031 m³	30.023 m³	10.008 m³	12,50 €	- €
	21 ha	40 m³/ha	28 h/2d	8.400 m³/2d	11.120 m³/2d	5.560 m	4,0 m	0,50 m	15.900 m³	0,40 m	12.720 m³	1.045 ha	0,02 l/s/ha	21 l/s	ja	ja	40.031 m³	30.023 m³	10.008 m³	12,50 €	- €
L Guensiesker Schleusenfleth 1 - Bargstedt	12 ha	40 m³/ha	28 h/2d	13.440 m³/2d	17.920 m³/2d	3.360 m	5,0 m	0,30 m	5.040 m³	0,30 m	5.040 m³	845 ha	0,02 l/s/ha	17 l/s	ja	ja	3.360 m³	2.520 m³	840 m³	12,50 €	- €
	12 ha	40 m³/ha	28 h/2d	13.440 m³/2d	17.920 m³/2d	3.360 m	5,0 m	0,30 m	5.040 m³	0,30 m	5.040 m³	845 ha	0,02 l/s/ha	17 l/s	ja	ja	3.360 m³	2.520 m³	840 m³	12,50 €	- €

Gewässersystem / Bewässerungseinheit	Wasserbedarf Frostschuttberegnung				Jederzeit nutzbares Wasservolumen im Gewässer		Zusätzliches Stauvolumen		Gebietsabfluss während der Anstauhase			Zuwässerungsbedarf Elbe		Kompensation / neu herzustellende Beregnungsteiche									
	Beregnungslf. A _{ber}	Spez. Wasserbedarf 2 Nächte - q _{ber}	Ber.menge 2 Nächte - Q _{ber}	2 Nächte - q _{ber}	Länge Ge- wässersystem	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	nutzbare Lamelle Δh	vorrh. Wasser- volumen V	zusätzliche Lamelle Δh ₁	zusätzl. Stau- volumen V _{st}	Einzugsfläche A _z	Spende MNQ	Abfluss MMQ	Abfluss in 5d [19] = [14] x 3,62 x 6	Summe Abfluss in 5d	Defizit ja / nein	erf. Zuwässerung Elbe	bestehendes Defizit	erf. spezifisches Speicherol.	Kostenschätzung EP	Kostenschätzung GP		
	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9] = [5] x [7] x [8]	[10]	[11] = [9] x [7] x [10]	[12]	[13]	[14] = [12] x [13]	[15] = [14] x 3,62 x 6	[16] = [14] x 3,62 x 6	[17] = [15] x 6	[18] = [17] x 6	[19] = [18] x 2	[20]	[21] = [19] x 2			
M Kesseler Schleusent. / Weher W. 1 - Moje 2 - Hartfief 3 - Haak 4 - König 5 - Gölde 6 - Völkens, Jan	36 ha 3,5 ha 3 ha 12 ha 4,5 ha 4 ha 11 ha	40 m³/ha/h 28 h/2d (zu 25% berechnet)	40.320 m³/2d	28 h/2d	4.050 m	6,0 m	0,50 m	12.150 m³	0,30 m	7.290 m³	954 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	8.243 m³/5d	8.243 m³/5d	ja	20.880 m³ 15.560 m³ 10.440 m³ 15.660 m³ 0 m³	0 m³ 6.220 m³ 10.440 m³ 15.660 m³ 20.880 m³	0 m³/ha 145 m³/ha 290 m³/ha 435 m³/ha 580 m³/ha	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 65.250,00 € 130.500,00 € 195.750,00 € 261.000,00 €		
	5,8 ha 5 ha 3,8 ha	40 m³/ha/h 28 h/2d (zu 20% berechnet)	9.856 m³/2d	28 h/2d	1.120 m	4,0 m	0,40 m	1.792 m³	0,30 m	1.344 m³	256 ha	0,02 l/s/ha	5 l/s	2.212 m³/5d	2.212 m³/5d	ja	6.720 m³ 3.440 m³ 3.680 m³ 3.560 m³ 0 m³	0 m³ 1.680 m³ 1.680 m³ 1.680 m³ 6.720 m³	0 m³/ha 191 m³/ha 191 m³/ha 191 m³/ha 764 m³/ha	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 24.000,00 € 24.000,00 € 24.000,00 € 84.000,00 €		
	26 ha 16 ha 10 ha	40 m³/ha/h 28 h/2d	29.120 m³/2d	28 h/2d	9.640 m	6,0 m	0,80 m	46.272 m³	0,30 m	17.352 m³	1.580 ha	0,02 l/s/ha	32 l/s	13.651 m³/5d	13.651 m³/5d	nein	0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³	0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³	0 m³/ha 0 m³/ha 0 m³/ha 0 m³/ha 0 m³/ha	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € - € - € - € - €		
	53 ha 23 ha 15 ha 15 ha	40 m³/ha/h 28 h/2d	59.360 m³/2d	28 h/2d	11.170 m	6,0 m	0,60 m	40.212 m³	0,35 m	23.457 m³	1.242 ha	0,02 l/s/ha	25 l/s	10.731 m³/5d	10.731 m³/5d	ja	8.417 m³ 6.313 m³ 4.209 m³ 2.104 m³ 0 m³	0 m³ 2.104 m³ 4.209 m³ 6.313 m³ 8.417 m³	0 m³/ha 40 m³/ha 79 m³/ha 119 m³/ha 199 m³/ha	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 26.303,50 € 52.607,00 € 78.910,50 € 105.214,00 €		
	8 ha 5 ha 3 ha	40 m³/ha/h 28 h/2d	8.960 m³/2d	28 h/2d	950 m	2,0 m	0,60 m	1.140 m³	0,30 m	570 m³	65 ha	0,02 l/s/ha	1 l/s	562 m³/5d	562 m³/5d	ja	7.258 m³ 5.444 m³ 3.629 m³ 1.815 m³ 0 m³	0 m³ 1.815 m³ 3.629 m³ 5.444 m³ 7.258 m³	0 m³/ha 227 m³/ha 454 m³/ha 680 m³/ha 907 m³/ha	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 22.682,50 € 45.365,00 € 88.047,50 € 90.750,00 €		
Gesamtsummen	801,8 ha		898.016 m³/2d														500.290 m³ 375.217 m³ 250.145 m³ 123.073 m³ 0 m³	0 m³ 125.072 m³ 250.145 m³ 375.217 m³ 500.290 m³				1.563.405,75 € 3.126.811,50 € 4.690.217,25 € 6.253.623,00 €	

Legende:
Kursiv = Kein Fragebogen-Rücklauf
rot = nur anteilig angerechnet, da
überwiegend Blümenentnahme

Annahme!

Annahme!

Annahme!

Annahme!

= Stüle 0 - Keine Einschränkung der Elbwässerung
= Stüle 1 - Elbwässerung um 50% reduziert
= Stüle 2 - Elbwässerung um 75% reduziert
= Stüle 3 - Elbwässerung um 100% reduziert
= Stüle 4 - Elbwässerung um 100% reduziert (Worst-Case-Szenario)

BAND 2 – ANHANG

A Wassertechnische Berechnungen

A-2 Volumengestaffelte Einschränkung der Zuwässerung - Defizitanalyse und Kompensation durch die Aufweitung vorhandener Gewässer

Gewässersystem / Bewässerungsfläche	Beregnungslg. A _{ber}	Wasserbedarf Frostschutzberegnung				Jederzeit nutzbares Wasservolumen im Gewässer				Zusätzliche Stauvolumen				Gebietsabfluss während der Anstauphase				Zuwässerungsbedarf Elbe				Kompensation / net herzustellende Beregnungseiche			
		Spez. Wasserbedarf 2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}	2 Nichte - q _{ber}	Länge Ge- wässersystem	Wasserspiegel- breite b _{WSP}	nutzbare Lamelle Δh	vorrh. Wasser- volumen V _W	zusätzliche Lamelle Δh ₁	zusätzl. Stau- volumen V _{st}	Einzelgully A _g	Spende MNQ	Abfluss MNQ	Defizit ja / nein	erf. Zuwässerung Elbe	bestehendes Defizit	erf. spezifisches Gewässervol.	Kompensation / net herzustellende Beregnungseiche	erf. spezifisches Gewässervol.	Kompensation / net herzustellende Beregnungseiche	erf. spezifisches Gewässervol.	Kompensation / net herzustellende Beregnungseiche	erf. spezifisches Gewässervol.	Kompensation / net herzustellende Beregnungseiche
A Südlischer Süßgraben 1 - Buchenkirch	37 ha 37 ha	40 m³/ha 28 h/2d	41.440 m³/2d	18.500 m	6,0 m	1,00 m	111.000 m³	5,275 ha	0,02 l/s/ha	106 l/s	45.576 m³/5d	106 l/s	106 l/s	106 l/s	106 l/s	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
B Itzörden - Hörner Fleth (Oste) 1 - Schichtmann 2 - Oust	49 ha 29 ha 20 ha	40 m³/ha 28 h/2d	54.880 m³/2d	5,270 m	4,0 m	0,50 m	10.540 m³	542 ha	0,02 l/s/ha	11 l/s	4.683 m³/5d	11 l/s	11 l/s	11 l/s	11 l/s	39.857 m³	29.743 m³	9.914 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
C Krummenseicher Wettern / Hohenlucher Wettern (Oste) 1 - Sebeck-Ahrens 2 - Sebeck-Ahrens 3 - Guderath, Garmud 4 - Guderath, Nohden 5 - Sunnfleth 25 ha	88 ha 12 ha 18 ha 18 ha 15 ha 25 ha	40 m³/ha 28 h/2d	98.560 m³/2d	13.400 m	5,0 m	0,40 m	26.800 m³	1.860 ha	0,02 l/s/ha	37 l/s	16.070 m³/5d	37 l/s	37 l/s	37 l/s	37 l/s	55.590 m³	41.767 m³	13.922 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
D Neuzeiser Schleusenfleth (Oste) 1 - Guderath-Ahrens 2 - Sunnfleth	26 ha 14 ha 14 ha	40 m³/ha 28 h/2d	29.120 m³/2d	4.500 m	5,0 m	0,50 m	11.250 m³	596 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	8.087 m³/5d	19 l/s	19 l/s	19 l/s	19 l/s	11.120 m³	5.760 m³	5.360 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
E Freilburger Schleusenfleth 1 - Schmidt 2 - Schmidt 3 - Köpke, R. 4 - Beckmann 5 ha	87 ha 10 ha 10 ha 18 ha 17 ha 5 ha	40 m³/ha 28 h/2d	97.440 m³/2d	9.220 m	6,0 m	0,50 m	27.660 m³	1.725 ha	0,02 l/s/ha	35 l/s	14.904 m³/5d	35 l/s	35 l/s	35 l/s	35 l/s	54.376 m³	41.157 m³	13.219 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
F Wischthener Schleusenfleth 1 - Kruse 2 - Guderath, Rolf + Horst 3 - Henseln 4 - Guderath, Rolf + Horst 5 - Guderath, Rolf + Horst 6 ha	91 ha 40 ha 22 ha 8 ha 16 ha 5 ha	40 m³/ha 28 h/2d	101.320 m³/2d	18.970 m	7,5 m	0,20 m	28.465 m³	2.750 ha	0,02 l/s/ha	55 l/s	23.760 m³/5d	55 l/s	55 l/s	55 l/s	55 l/s	49.705 m³	37.279 m³	12.426 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
G Neulander Fleth / Moorkanal 1 - Sunnfleth 2 - Eisen 3 - Köster 6 ha	36 ha 2 ha 28 ha 6 ha	40 m³/ha 28 h/2d	40.320 m³/2d	4.900 m	10,0 m	0,30 m	14.700 m³	970 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	8.381 m³/5d	19 l/s	19 l/s	19 l/s	19 l/s	17.239 m³	12.229 m³	5.010 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
H Wdh. Sündelbe / Sandloch (Elbe) 1 - Meyers, Richard - Bernd 2 - Meyers, Richard - Bernd 3 - Eykman, Frauke 4 - Michler 5 - Schidt 6 - Dralle	100 ha 38 ha 38 ha 5 ha 25 ha 2 ha 5 ha	40 m³/ha 28 h/2d	112.000 m³/2d	12.400 m	7,5 m	- m	0 m³	- ha	0,02 l/s/ha	- l/s	- m³/5d	- l/s	- l/s	- l/s	- l/s	112.000 m³	84.000 m³	28.000 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
I Dornbusch-Niederer Wettern 1 - Eykman, Frauke 2 - Wolf 3 - Freudenberg	25 ha 18 ha 6 ha 1 ha	40 m³/ha 28 h/2d	28.000 m³/2d	7.300 m	4,0 m	0,30 m	8.760 m³	1.404 ha	0,02 l/s/ha	28 l/s	12.131 m³/5d	28 l/s	28 l/s	28 l/s	28 l/s	16.320 m³	12.240 m³	4.080 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
J Theisbrügger Schleusenfleth 1 - Bahr 2 - Vöge	39 ha 19 ha 20 ha	40 m³/ha 28 h/2d	43.680 m³/2d	3.070 m	5,0 m	0,50 m	7.675 m³	420 ha	0,02 l/s/ha	8 l/s	3.629 m³/5d	8 l/s	8 l/s	8 l/s	8 l/s	32.376 m³	24.382 m³	8.094 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
K Sietwender Fleth / Aechhorn 1 - Radatz 2 - Radatz 3 - Sietwender 15 ha	58 ha 21 ha 17 ha 15 ha	40 m³/ha 28 h/2d	64.960 m³/2d	7.950 m	4,0 m	0,50 m	15.900 m³	1.045 ha	0,02 l/s/ha	21 l/s	9.029 m³/5d	21 l/s	21 l/s	21 l/s	21 l/s	40.331 m³	30.023 m³	10.008 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
L Gauensteier Schleusenfleth 1 - Bargstedt	12 ha 12 ha	40 m³/ha 28 h/2d	13.440 m³/2d	3.360 m	5,0 m	0,30 m	5.040 m³	845 ha	0,02 l/s/ha	17 l/s	7.301 m³/5d	17 l/s	17 l/s	17 l/s	17 l/s	3.360 m³	1.680 m³	1.680 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³

Gewässersystem / Bewässerungseinheit	Wasserbedarf Frostschutzberegnung				Jederzeit nutzbares Wasservolumen im Gewässer		Zusätzliches Stauvolumen		Gebietsabfluss während der Ansaufphase			Zuwässerungsbedarf Elbe		Kompensation / neu herzustellende Beregnungsteiche								
	Beregnungsl. A_{ber}	Spez. Wasserbedarf 2 Nächte - q_{ber}	Ber.menge 2 Nächte - Q_{ber}	2. Nachb. - q_{ber}	Länge Ge- wässersystem	Wasserspiegel- breite b_{WSP}	nutzbare Lamelle Δh	vorrh. Wasser- volumen V	Zusätzliche Lamelle Δh_{Z1}	zusätzl. Stau- volumen V_{st}	Einzelgäsläch A_g	Spende MNQ	Abfluss MNO	Abfluss in 5d $[15] = [14] \times 3,624 \times 6$	Summe	Defizit ja / nein	erf. Zuwässerung Elbe	bestehendes Defizit	erf. spezifisches Gewässervol.	Kostenschätzung EP	Kostenschätzung GP	
	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9] = [5] x [7] x [8]	[10]	[11] = [9] x [7] x [10]	[12]	[13]	[14] = [12] x [13]	[15] = [14] x 3,624 x 6	[16]	[17] = [15] x [16]	[18] = [17] x [18]	[19] = [18] x [19]	[20]	[21] = [19] x [20]		
M Kesseler Schleusent. / Weher W. 1 - Moje 2 - Hartfief 3 - Haak 4 - König 5 - Gort 6 - Völkens, Jan	36 ha 3,5 ha 3 ha 12 ha 4,5 ha 4 ha 11 ha	40 m³/haach 28 h/2d (zu 25% berechnet)	40.320 m³/2d		4.050 m	6,0 m	0,50 m	12.150 m³	0,30 m	7.290 m³	954 ha	0,02 l/s/ha	19 l/s	8.243 m³/5d		20.880 m³ 15.660 m³ 10.440 m³ 15.660 m³ 0 m³ 20.880 m³	0 m³ 6.220 m³ 10.440 m³ 15.660 m³ 0 m³ 20.880 m³	0 m³/m 1,3 m³/m 2,6 m³/m 3,9 m³/m 5,2 m³/m 12,50 €	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	0 € 65.250,00 € 130.500,00 € 195.750,00 € 261.000,00 € 261.000,00 €		
	5,8 ha 5 ha 3,8 ha	40 m³/haach 28 h/2d (zu 20% berechnet) (zu 25% berechnet)	9.856 m³/2d		1.120 m	4,0 m	0,40 m	1.792 m³	0,30 m	1.344 m³	256 ha	0,02 l/s/ha	5 l/s	2.212 m³/5d		6.720 m³ 3.040 m³ 1.680 m³ 3.040 m³ 0 m³ 6.720 m³	0 m³ 1.680 m³ 0 m³ 3.040 m³ 0 m³ 6.720 m³	0 m³/m 1,5 m³/m 3,0 m³/m 4,5 m³/m 6,0 m³/m 12,50 €	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 21.000,00 € 42.000,00 € 63.000,00 € 84.000,00 € 84.000,00 €		
	26 ha 15 ha 10 ha	40 m³/haach 28 h/2d	29.120 m³/2d		9.640 m	6,0 m	0,60 m	46.272 m³	0,30 m	17.352 m³	1.580 ha	0,02 l/s/ha	32 l/s	13.651 m³/5d		0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³	0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³ 0 m³	0 m³/m 0 m³/m 0 m³/m 0 m³/m 0 m³/m 0 m³/m	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € - € - € - € - € - €		
	53 ha 23 ha 15 ha 15 ha	40 m³/haach 28 h/2d	59.360 m³/2d		11.170 m	6,0 m	0,60 m	40.212 m³	0,35 m	23.457 m³	1.242 ha	0,02 l/s/ha	25 l/s	10.731 m³/5d		8.417 m³ 6.313 m³ 4.209 m³ 2.104 m³ 0 m³ 8.417 m³	0 m³ 2.104 m³ 4.209 m³ 6.313 m³ 0 m³ 8.417 m³	0 m³/m 0,2 m³/m 0,4 m³/m 0,6 m³/m 0,8 m³/m 12,50 €	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 26.303,50 € 52.607,00 € 78.910,50 € 105.214,00 € 105.214,00 €		
	8 ha 5 ha 3 ha	40 m³/haach 28 h/2d	8.960 m³/2d		950 m	2,0 m	0,60 m	1.140 m³	0,30 m	570 m³	65 ha	0,02 l/s/ha	1 l/s	562 m³/5d		7.258 m³ 5.444 m³ 3.629 m³ 1.815 m³ 0 m³ 7.258 m³	0 m³ 1.815 m³ 3.629 m³ 5.444 m³ 0 m³ 7.258 m³	0 m³/m 1,8 m³/m 1,9 m³/m 3,8 m³/m 5,7 m³/m 7,8 m³/m	12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 € 12,50 €	- € 22.682,50 € 45.365,00 € 68.047,50 € 90.730,00 € 90.730,00 €		
Gesamtsummen	779,8 ha		873,376 m³/2d													475.650 m³ 356.737 m³ 237.825 m³ 118.912 m³ 0 m³ 475.650 m³	0 m³ 118.912 m³ 237.825 m³ 118.912 m³ 0 m³ 475.650 m³	- € 1.486.405,75 € 2.972.811,50 € 4.509.217,25 € 5.945.623,00 € 5.945.623,00 €				

Legende:
Kursiv = Kein Fragebogen-Rücklauf
rot = nur anteilig angerechnet, da überweigend Blümenentnahme

Annahme!

Annahme!

Annahme!

= Stüle 0 - Keine Einschränkung der Elbwässerung
= Stüle 1 - Elbwässerung um 50% reduziert
= Stüle 2 - Elbwässerung um 75% reduziert
= Stüle 3 - Elbwässerung um 100% reduziert (Worst-Case-Szenario)
= Stüle 4 - Elbwässerung um 100% reduziert (Worst-Case-Szenario)

BAND 2 – ANHANG

B Hydraulische Nachweise

Zuwässerung aus der Oste

„Iterative Wasserspiegellinienberechnung“

- Blatt 1/4: Oste bis Wischhafener Schleusenfleth
- Blatt 2/4: Oste bis Wischhafener Schleusenfleth,
 Zielwasserstand Oste > NN -0,50 m (=MTNw)
- Blatt 3/4: Oste bis Dornbusch-Nindorfer Wettern
- Blatt 4/4: Oste bis Dornbusch-Nindorfer Wettern
 Zielwasserstand Oste > NN -0,50 m (=MTNw)

Oste-Überleitung - Ausbau des Moorkanals

Iterative Wasserspiegellinienberechnung

$$\Delta h_{Sp} = \left[\left(\frac{V_m^2 \times L}{k_{St} \times r_{hy,m^3}} \right) \times \left(\frac{4}{3} \right) \right] - \beta \times \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right)$$

Mittlerer Durchflussquerschnitt $A_m = (A_1 + A_2) / 2$

Mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m = Q / A_m$

Hydraulischer Radius $r_{hy,m} = A_m / l_{u,m}$ $l_{u,m} = (l_{u,1} / l_{u,2}) / 2$

Vorgehen: Ausgehend von der bekannten WSP-Höhe bei Profil 1 wird mit der Fließformel nach MANNING-STRICKLER durch Iteration von Δh_{Sp} geschätzt (Spalte 9) und Δh_{Sp} gerechnet (Spalte 19) die Wasserspiegeldifferenz zum nächstgelegenen Profil berechnet.

Berechnungsgang 2: Oste bis Ende F-Wischhafener Schleusenfleth (PW ins Gebiet C), Zielwasserstand NN > -0,50 m in der Oste (= MTNw)																																											
P:\01_WB\09641\Pro\09641-0-017-A\IL_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\ung\111209-B-Hydraulik-Spiegellinie-MAU.xls\Oste bis PW C-Krummendach																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	14	15	16	17	18	19	20	21																					
Station		Δ l		Profil		Q erf.		Sohlhöhe		Bösch.-OK		WSP		Δ hsp (gesch.)		mittl. Bösch.-neig.		bso in [m] o.		bWsp		Ao bzw. Au		Ae		Uo bzw. Uu		Lum		rhy		Ve		Kst		Ie		Δ hsp (berech.)		Freibord		Gewässer (Versorgungsgebiet)	
[Nr.]	[km]	[m]	[m³/s]	[m+NN]	[m+NN]	[m+NN]	[m+NN]	[cm]	[: :u]	[m]	[m]	[m²]	[m²]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[m/s]	[m³/3/s]	[o/o]	[cm]	[m]	[m²]	[m²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m³/3/s]	[o/o]	[cm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
1	19 + 000	3000	Trapez	0,322	-2,00	0,00	0,00	9,8	1,5	1,00	4,30	2,9	3,1	5,0	5,1	0,6	0,10	25	0,003	9,80	0,90	Wischhafener SF (C)																					
	16 + 000		Trapez	0,322	-2,00	0,50	0,50	-0,80	1,5	1,00	4,59	3,4	5,3	5,3	5,5	0,7	0,18	25	0,009	12,77	1,30	Wischhafener SF (C+E)																					
2	16 + 000	1500	Trapez	0,640	-2,00	0,50	0,50	12,8	1,5	1,00	4,59	3,4	3,7	5,3	5,5	0,7	0,18	25	0,009	12,77	1,30	Wischhafener SF (C+E)																					
	14 + 500		Trapez	0,640	-2,00	0,50	0,50	-0,67	1,5	1,00	4,98	4,0	5,8	5,8	10,3	1,0	0,09	25	0,001	6,99	1,17	Verbindungs-kanal (C, E, F)																					
3	14 + 500	6000	Trapez	0,928	-2,50	0,50	0,50	7,0	2,0	2,00	9,30	10,3	10,6	10,2	10,3	1,0	0,09	25	0,001	6,99	1,17	Verbindungs-kanal (C, E, F)																					
	8 + 500		Trapez	0,928	-2,50	-0,40	-0,40	-0,60	2,0	2,00	9,58	11,0	10,5	10,5	10,7	1,1	0,10	25	0,001	11,26	0,20	Moorkanal (C, E, F, G, I)																					
4	8 + 500	8500	Trapez	1,101	-2,50	-0,40	-0,40	11,3	2,0	2,00	9,58	11,0	11,5	10,5	10,7	1,1	0,10	25	0,001	11,26	0,20	Moorkanal (C, E, F, G, I)																					
	0 + 000		Trapez	1,101	-2,50	0,00	0,00	-0,49	2,0	2,00	10,03	12,1	11,0	11,0	11,0	1,1	0,10	25	0,001	11,26	0,20	Moorkanal (C, E, F, G, I)																					
19.000		40,8																				40,82																					

Ergebnis: 40,8 cm erf. Aufstau vom Ende des Wischhafener Schleusenfleths bis zur Oste

Erf. Durchfluss ist bei einem Wasserstand von > NN -0,49 m (= MTNw) in der Oste sichergestellt!

Oste-Überleitung - Ausbau des Moorkanals

Iterative Wasserspiegellinienberechnung

$$\Delta h_{Sp} = \left[\left(\frac{V_m^2 \times L}{k_{St}^2 \times r_{hy,m}^{(4/3)}} \right) - \beta \times \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) \right]$$

Mittlerer Durchflussquerschnitt $A_m = (A_1 + A_2) / 2$

Mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m = Q / A_m$

Hydraulischer Radius $r_{hy,m} = A_m / l_{u,m}$ $l_{u,m} = (l_{u,1} / l_{u,2}) / 2$

β = Korrekturbeiwert, hier = 1

Vorgehen: Ausgehend von der bekannten WSP-Höhe bei Profil 1 wird mit der Fließformel nach MANNING-STRICKLER durch Iteration von Δh_{Sp} geschätzt (Spalte 9) und Δh_{Sp} gerechnet (Spalte 19) die Wasserspiegeldifferenz zum nächstgelegenen Profil berechnet.

Berechnungsgang 3: Oste bis I-Dornbusch-Nindorfer Wetteren, Stauwasserstand NN -1,20 m im Gebiet I																						
P:\01_WB\0641\Pro\0641-017-A11_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4-Zusammenfassung\111209-B-Hydraulik-Spiegellinie-MAU.xls (Oste bis PW C-Krummendach																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Station		ΔI	Profil	Q_{ert}	Sohlhöhe	Bösch.-OK	WSP	Δh_{sp} (gesch.)	mittl. Bösch.-neig.	b_{so} in [m] o.	b_{wsp}	A_o bzw. A_u	A_E	U_o bzw. U_u	LU_m	r_{hy}	v_m	K_{st}	I_m	Δh_{sp} (berech.)	Freibord	Gewässer- (Versorgungs- gebiet)
[Nr.]	[km]	[m]		[m³/s]	[m+NN]	[m+NN]	[m+NN]	[cm]	[1:n]	[m]	[m]	[m²]	[m²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m¹/³/s]	[o/o]	[cm]	[m]	
1	14 + 000	3000	Trapez	0,073	-2,00	0,00	-1,20	2,2	1,5	1,00	3,40	1,8	1,8	3,9	3,9	0,5	0,04	25	0,001	2,24	1,20	Dornbuscher Wetteren (I)
	11 + 000		Trapez	0,073	-2,00	0,50	-1,18		1,5	1,00	3,47	1,8		4,0				25				
2	11 + 000	1500	Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,18	12,4	1,5	1,00	2,87	1,2	1,4	3,2	3,5	0,4	0,12	25	0,008	12,44	1,68	Neulander Wetteren (G+I)
	9 + 500		Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,05		1,5	1,00	3,24	1,6		3,7				25				
3	9 + 500	1000	Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,05	2,5	2,0	1,50	4,49	2,2	2,3	4,8	4,9	0,5	0,08	25	0,003	2,50	1,55	Moorkanal (G+I)
	8 + 500		Trapez	0,173	-1,80	-0,40	-1,03		2,0	1,50	4,59	2,3		5,0				25				
4	8 + 500	8500	Trapez	1,101	-2,00	-0,40	-1,03	70,3	2,0	1,50	5,39	3,3	5,7	5,8	7,4	0,8	0,19	25	0,008	70,27	0,63	Moorkanal
	0 + 000		Trapez	1,101	-2,00	0,00	-0,33		2,0	1,50	8,20	8,1		9,0				25				(C, E, F, G, I)
14.000		87,4																			87,44	

Ergebnis: 87,4 cm erf. Aufstau von der Dornbuscher Wetteren bis zur Oste

Erf. Durchfluss ist bei einem Wasserstand von > NN -0,33 m in der Oste sichergestellt!

Oste-Überleitung - Ausbau des Moorkanals

Iterative Wasserspiegellinienberechnung

$$\Delta h_{Sp} = \left[\left(\frac{V_m^2 \times L}{k_{St}^2 \times r_{hy,m}^3} \right) - \beta \times \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) \right]$$

Mittlerer Durchflussquerschnitt $A_m = (A_1 + A_2) / 2$

Mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m = Q / A_m$

Hydraulischer Radius $r_{hy,m} = A_m / l_{u,m}$ $l_{u,m} = (l_{u,1} / l_{u,2}) / 2$

Vorgehen: Ausgehend von der bekannten WSP-Höhe bei Profil 1 wird mit der Fließformel nach MANNING-STRICKLER durch Iteration von Δh_{Sp} geschätzt (Spalte 9) und Δh_{Sp} gerechnet (Spalte 19) die Wasserspiegeldifferenz zum nächstgelegenen Profil berechnet.

Berechnungsgang 4: Oste bis I-Dornbusch-Nindorfer Wettern, Zielwasserstand > NN -0,50 m in der Oste (= MTNw)																							
P:\01_WB\0641\Pro\0641-0-017-A\IL_Wasserbereitstellung_Elbe\080-Bearbeitung\4 - Zusammenfassung\111209-B-Hydraulik-Spiegellinie-MAU.xls\Oste bis PW C-Krummendach																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Station [Nr.]	Station [km]	Δ l [m]	Profil	Q erf. [m³/s]	Sohlhöhe [m+NN]	Bösch.-OK [m+NN]	WSP [m+NN]	Δ hsp (gesch.) [cm]	mittl. Bösch.- neig. [1:n]	b _{so} in [m] o. DN in [mm]	b _{Wsp} [m]	A _o bzw. A _n [m²]	A _m [m²]	U _o bzw. U _n [m]	L _u [m]	r _{hy} [m]	V _m [m/s]	K _{St} [m ^{1/3} /s]	I _m [‰]	Δ hsp (berech.) [cm]	Freibord [m]	Gewässer- (Versorgungs- gebiet)	
1	14 + 000	3000	Trapez	0,073	-2,00	0,00	-1,20	2,2	1,5	1,00	3,40	1,8	1,8	3,9	3,9	0,5	0,04	25	0,001	2,24	1,20	Dornbuscher Wettern (I)	
	11 + 000		Trapez	0,073	-2,00	0,50	-1,18		1,5	1,00	3,47	1,8		4,0				25					
2	11 + 000	1500	Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,18	12,4	1,5	1,00	2,87	1,2	1,4	3,2	3,5	0,4	0,12	25	0,008	12,44	1,68	Neulander Wettern (G+I)	
	9 + 500		Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,05		1,5	1,00	3,24	1,6		3,7				25					
3	9 + 500	1000	Trapez	0,173	-1,80	0,50	-1,05	2,5	2,0	1,50	4,49	2,2	2,3	4,8	4,9	0,5	0,08	25	0,003	2,50	1,55	Moorkanal (G+I)	
	8 + 500		Trapez	0,173	-1,80	-0,40	-1,03		2,0	1,50	4,59	2,3		5,0				25					
4	8 + 500	8500	Trapez	1,101	-2,50	-0,40	-1,03	31,6	2,0	1,50	7,39	6,5	7,8	8,1	8,8	0,9	0,14	25	0,004	31,60	0,63	Moorkanal (C, E, F, G, I)	
	0 + 000		Trapez	1,101	-2,50	0,00	-0,71		2,0	1,50	8,65	9,1		9,5				25					
																			48,8				48,78
																			14,000				

Ergebnis: 48,8 cm erf. Aufstau von der Dornbuscher Wettern bis zur Oste

Erf. Durchfluss ist bei einem Wasserstand von > NN -0,71 m (> MTNw = NN -0,50 m) in der Oste sichergestellt!

BAND 2 – ANHANG

- C Datenblätter zur Abfrage der Berechnungsflächen
in Kehdingen (Stand 10 / 2011)

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Bucherkind, Ulrich 21732 Krummendiek	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	S.O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	50	ha
Davon unter Beregnung	23	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	14	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Südlicher Stielgraben Krummendiek	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Badekannte Krummendiek (keine Entwässerung)	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	—	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja : 1 Becken für 4 ha / 1 Nacht	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	eine konkrete Planung auf den Betrieb ist zwingend erforderlich!	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Stefan Schlichtmann Wischweg 3 27730 Balje	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	S.O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	29	ha
Davon unter Beregnung	27,5	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	1,5	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Fleth Hörden - Kühlen Wisch Fleth Wiese Faulen hofe 8ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Fleth Wiese- Faulen hofe 27ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja ca. 2400 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	ja, gegen Entschädigung	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Wolfgang Quast Süderdeich - West 44 21730 Beye	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Wolfgang Quast	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	/	ha 19,5
Davon unter Beregnung	nicht mehr	ha /
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha 19,5
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Oste / Itzenhagen / Mühlengraben	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m3)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nur eigene Fläche nicht geeignet?	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Elke Seebeck-Ahrens Wetterdeich 24 21730 Balje	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Seebeck u. Ahrens gB R Helmüt Ahrens, Wetterdeich 24	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	2.2t. 25,71 ha	ha
Davon unter Beregnung	24 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	-	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Krümmendeicher Wetteritz	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Neüenseer Schleusenfluth	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja 5000 m ³	ja/ nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	ja	ja/ nein
Zusätzliche Bemerkungen		

C1 - 12 ha

D1 - 12 ha

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Gerhard Godenrath Bahnhofstr. 46 21730 Balje	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Gerhard Godenrath Bahnhofstr. 46 21730 Balje	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	20	ha
Davon unter Beregnung	18	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Teich, KRUHMENDEICHER WETTER N	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	S.O. TEICH 4500 m ³	ja/ nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	NEIN	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	GODENRATH NORBERT FARK HORST	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	GODENRATH NORBERT SUEDERDEICH OST 36 A 21730 BACLE	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	23,50	ha
Davon unter Beregnung	18,25	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	KRUMMENDEICHER WETTERN	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	NEIN	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	NEIN	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	① Jan Samfleth Hohenlicht 15 ② Karl Wilhelm 21734 Oederquart ③ Karl Wilhelm 56 21732 Krummendich	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	③ Hans H. Rütter Moorchausse 21737 W. Schallin Obstbau Jan + Thorben Samfleth GbR. Hohenlicht 15 21734 Oederquart	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	30,5	ha
Davon unter Beregnung	28	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	2,5	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Hohenlichter Wellern Oederquart. Seefleth Oederquart Wischhafen Bröde	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Seefleth Oederquart.	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Wischhafen Bröde	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Ja. Teich. 5000m ² .	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein im Notfall!	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

C 4 - 15 ha

D 2 - 14 ha

G 1 - 2 ha

31 ha

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Schmidt, Matthias Stellenfleth 40, 21732 Kummendorf	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	„	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	38,64	ha
Davon unter Berechnung	36,8	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	71 ha Ackerbau z.B. als mögl. Erweiterungsfläche zur Verfügung Stellenfleth - Freiburger Fleth	ha [10 Hektar]
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Freiburger Fleth	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	Ja	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	Betrieb an zwei Standorten: → Esd 5, 21729 Freiburg Eigentümer: H. Madele und Stellenfleth 40	

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Rolf Köpke Kamp 28 21732 Krummendich	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	u u	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	24	ha
Davon unter Beregnung	15	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	3	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Freiburger Fleht	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	—	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	—	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	—	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Beckmann, Ulrich Hollernstr. 97b 21723 Hollern	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter) Anschrift Betrieb Freiburg	Beckmann, Ulrich Esch 7 21729 Freiburg	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	22	ha
Davon unter Beregnung	8,0	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	9,0 - 14,0	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Freiburger Schleusenfließ	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)		Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	ROLF und HORST GODENRATH MADEDEICH 96 21734 OEDERQUART	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	26,5 ha	ha
Davon unter Beregnung	22 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	Nelson Suhr im Dorfkommendeich liegt am Vorfluter. Was soll aus Freiburger Flut? 5	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wischhafenner Schleusenflut 12 ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Wischhafenner Moorkanal 10 ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Teich in der Däse 8.000 m³	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Teich in der Däse 8.000 m³ Teich am Moorkanal 8.500 m³	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	Dem Alter Land diente der Beckenbau. Bis jetzt zur Grabenverfüllung = <u>Randgerann</u> Im Kehdingen geht beim Beckenbau ca 15% der Obstfläche verloren und Ausgleichs- fläche.	

Das sind 2 verschiedene Welten.
Die kann man nicht vergleichen.

F2

E5

E5/

F2

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	KAI KRUSE DOESEMOR 27A 21734 OEDERHART	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	KAI KRUSE DOESEMOR 27A 21734 OEDERHART	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	43	ha
Davon unter Beregnung	36	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	4	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wischhafen er Schleusen fließ	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Wischhafen er Moor kanal	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	ja	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Heinsohn, Rolf Köckweg 4 21737 Wischhafen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	A.O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	8	ha
Davon unter Beregnung	8	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	nein	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wischhafer Schleusenfleth	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Gebrüder Sahr Neue Chaussee 7 21.734 Oederquart	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)		Adresse
Obstanbaufläche gesamt	33 ha	ha
Davon unter Beregnung	16 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	/	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wischhafen - Schleusenfließ	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	Nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	/	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Bargstedt; Jan Neu-schluse Kajederich 64 21734 OEDERQUART	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	oto.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	20,-	ha
Davon unter Beregnung	20,-	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	Nein	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	3 Tiefbrunnen	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Wischhafenes Wethen Schleusenfleet	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Teich ca. 5000m ³	ja/ nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Elsen Niels Birkenstr. 35a 21737 Wischhafen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	„ „	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	35 ha	ha
Davon unter Beregnung	25 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	3 ha	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Neulander zweiter südl. Brackgraben	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Staugraben mit Zulauf südl. Brackgraben	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Graben 1300 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Meyer Klaus-Peter Stader Str. 40a 21737 Wischhafen - Neu Land	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	S. O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	36 ha	ha
Davon unter Beregnung	25 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	13 ha	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wischhafener Südwelke	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Becken + Graben Größe ca 7000 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	GLL, LÜNEBURG DOMANENAMT STADE HARSEFELDER STR. 2 21680 STADE	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	RICHARD U. BERND EYLMANN WISCHHAFENERSAND 5 GBR 21706 DROHTERSEN	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	36 ha	ha
Davon unter Beregnung	25 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	—	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	SANDLOCH	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	GRENZGRABEN	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	—	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	—	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	NEIN	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Frau Ke, Eykmann Dornbuscher Moor 11a 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)		Adresse
Obstanbaufläche gesamt	28 ha	ha
Davon unter Beregnung	23 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Dornbuscherfleth für 18 ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Wischhaffener Süderelbe für 5 ha	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja, Dornbusch (Graben) 8000 m ³ Süderelbe (Graben) 1500 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

H3/I1

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	SCHILD, HEINO ELBINSEL KRAUTSAND 39 21706 DROCHTERSEN	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	W.O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	2 ha.	ha
Davon unter Beregnung	2 ha.	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	NEIN	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	KÜNSTLICHER SEE	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	NEIN	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	NEIN	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben		ja /nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja /nein
Zusätzliche Bemerkungen	DER SEE IST MIT EINER SIEL ÜBER DIE KRAUTSANDER REETE MIT DER SÜDERELBE VER- BUNDEN !	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Draße Jonny	Adresse 21406 Drechthorson Elbinsel Krautseel 100
Name Vorname (Bewirtschafter)	11	Adresse 11
Obstanbaufläche gesamt		ha 20 ha
Davon unter Beregnung		ha 2 ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha 3 ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Süderelbe	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben		ja /nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja /nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Freundenberg Gustav Stader Str 6 21737 Wischhafen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	dito	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	2,25	ha
Davon unter Beregnung	0,75	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	nein	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wolfshrudder Fleß	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Bahr, Petra Theisbrüggerstr. 27 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Bahr, Torsten Theisbrüggerstr. 27 21706 Drochtersen	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	19	ha
Davon unter Beregnung	19	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	/	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Theisbrügge Schleusenfließ	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	/	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	/	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	/	

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)		
Name, Vorname (Eigentümer)	Johannes Vöge Obstplantage Asseler Str. 21 18 21706 Drochtersen-Assel	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	EHLERS, PLAC VORDERSTR. 130 21723 HOLLEN-TH.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	THEISBRÜCKER MOOR 13 WEGEFÄHRELS (Assel)	ha 20,31 1,60
Davon unter Beregnung		ha 14,51
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	116 (WEGEFÄHRELS)	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	BRUNNEN	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	POLDERGRÄBEN	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	TEICH u. GRÄBEN	ja/nein, Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

J2

L5

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Raddatz, Hans-Jürgen Depenbecker Str. 58	Adresse Depenbecker Str. 58 21683 Stade
Name Vorname (Bewirtschafter)	Raddatz, Hans-Jürgen	Adresse Depenbecker Str. 58 21683 Stade
Obstanbaufläche gesamt		ha 21
Davon unter Beregnung		ha 20,5
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	nein	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Aschhorner Flth (Drochtersen) Bützflth 2 Beregnungsbecken Wasser aus 2 x 6 Zoll Brunnen	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	1. Stauraum 3267 m ³ 2. Stauraum 1080 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Claus Dreyer Wege Rährfels 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Ralf Steffen Barnkammerstr. 13 21706 Drochtersen	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	5	ha
Davon unter Beregnung	5	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Aschhoner Fleet	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	Nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Stapelfeld, Enno Aschhorn 3.2/706 Dichtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	-11-	Adresse
Obstanbaufläche gesamt		ha 18
Davon unter Beregnung		ha 11,5
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	ja	ha 5
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Ländern, Vojfeler, Brannen	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben		ja/nein Größe (m³)
Sind Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)		
Name, Vorname (Eigentümer)	Schuback Horst Aschhorn 1 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Ralf Heinrich zum Felde Westerladede 37 21555 Fork-Ladede	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	16,3	ha
Davon unter Beregnung	14,6	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	nein	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Grosses Fleth Ew. verband Drochtersen	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

26.8.2011

Schuback

K4

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Beregnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Schuback Horst Aschhorn 1 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Dralle Ralf Kräut sand 50 21709 Drochtersen	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	2,80	ha
Davon unter Beregnung	2,80	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	—	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Grundwasser	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

26. X. 2011

Schuback

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Bargstedt Jan Gauensiekerstr. 32 26611	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Bargstedt Jan	Adresse
Obstanbaufläche gesamt		ha 22
Davon unter Beregnung		ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)		ha 12
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Gauensieker Flest	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Thois Lügge moor Blaumoor	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebeigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ca. 3000	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Maja Grot Ritscher Str. 7 27306 Buxtehude	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	S.O.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	24	ha
Davon unter Beregnung	17	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	3	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	3x Brunnen 1x Aescher Wehden	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	2x Graben	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	ja	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Hartloff Walter Wetherstr. 249 21706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Hartloff Frank Peerhoppel 78 21706 Drochtersen	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	4 ha	ha
Davon unter Beregnung	3 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Wether Wethern	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ca 900 m ³	ja/ nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja /nein
Zusätzliche Bemerkungen	Adresse im Briefkopf verkehrt neu siehe oben	

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Haak Peter Wetherstr 67 27706 Drochtersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)		Adresse
Obstanbaufläche gesamt	75	ha
Davon unter Beregnung	73	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, abschbar bis Ende 2012)	2	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Polder 7 Weißer Weßtern	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Bohrbrunnen	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Teich 7000 m ³ Graben 2000 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	König Joh. - Wohn -W. König	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	-/- -/-	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	26 ha	ha
Davon unter Beregnung	14 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	3,5 ha Welter Feld	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	11,5 ha Brunnen Welter Feld	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	2,5 ha Welter Binnquelle	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	/	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	Welter Feld Teich 2.100m ³ -/- Graben 1.800m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	Welter Feld	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	Bis Ende 2012 3,5 ha Bis Ende 2015 5 ha Alles Welter Feld	

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	VÖLKERS, JAN	Adresse HOLLERNSTR. 72 21723 HOLLERN
Name Vorname (Bewirtschafter)	II - 4	Adresse
Obstanbaufläche gesamt		ha 13
davon unter Beregnung		ha 11
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	ASSLER-MOOR-WETTERM	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Brunnen 10	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	BRUNNEN 20	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ca 6500 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja /nein
Zusätzliche Bemerkungen	konnte wegen einem Todesfall in der Familie am 27.10.11 nicht teilnehmen. Mit freundlichen Grüßen Jan Völkers	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	von Borstel Frank Barnkruger Hofenstr 9	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	21706 Drochtersen Tel. 0151 15766484	Adresse
Obstanbaufläche gesamt		ha 27,83
Davon unter Beregnung		ha 25
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)		ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Brunnen zu 90%	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Barnkruger Wettern	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Barnkruger Schleusenwettern	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ca. 4500 m ³ im optimolen Fall	ja/ nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja /nein
Zusätzliche Bemerkungen	es gibt in Barnkrug verschiedene Teiche am Elbdeich von einer Deicherhöhung sie werden nicht bzw. als Fischteich im Augenblick genutzt	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Hollander, Hans - Hugo Barnhugger Str. 42, 21706 Drocktersen	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	o. o	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	23,4 ha	ha
Davon unter Beregnung	15,0 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	4,0 ha	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	2 x Brunnen 1 x Wehrraum Barnhugger Wehrraum 1 x Teich	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja 2000 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	KÖSER, ROLF OBSTMARSCHENWEG 466 27683 STADE	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	z. V.	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	~ 22ha	ha
Davon unter Beregnung	10	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	5	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Bühfeler Kanal	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Abberfeler Wehden	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	ja ~ 1800 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen		

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**

**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Dr. agr. Jochen Witt Borsteler Weg 2 21683 Stade	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Dr. agr. Jochen Witt Borsteler Weg 2 21683 Stade	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	25	ha
Davon unter Beregnung	7,5	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	2	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Bützflether Kanal	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben		ja /nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/ nein
Zusätzliche Bemerkungen		

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Hans-Christian Völkers Götzdorfer Str. 72 21683 Stade	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	(siehe oben)	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	19	ha
Davon unter Beregnung	18	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012/2013)	5	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Hörne - Götzdorfer Kanal	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	nein	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	nein	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	nein	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	nein	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	/	

**Wasserbereitstellungsverband
Niederelbe**
**Obstbau- Berechnungsflächen
in Kehdingen – Status 2011**
Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Jrmgarol Schulte Götzdorfer Str.54 21683 Stade	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Helmut Schulte Götzdorfer Str.54 21683 Stade	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	16,0 ha	ha
Davon unter Beregnung	14,9 ha	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	✓	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Hörne - Götzdorfer - Kanal	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	✓	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	✓	Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	✓	ja/nein Größe (m³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?	✓	ja/nein
Zusätzliche Bemerkungen	Helmut Schulte Obstbau Götzdorfer Str. 54 21683 Stade Tel. 04141 405165	

Angaben bitte in diese Spalte! (Druckschrift)

Name, Vorname (Eigentümer)	Heinrichs, Erhard Im der Hönne 31, 21682 Stade	Adresse
Name Vorname (Bewirtschafter)	Heinrichs, Ralf Schöeischer Str. 64, 21682 Stade	Adresse
Obstanbaufläche gesamt	18	ha
Davon unter Beregnung	15	ha
Sind Erweiterungen geplant? (nur konkrete Flächen, absehbar bis Ende 2012)	3	ha
Wo wird Beregnungswasser entnommen?	Stader Schlinge	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle	Schöeischer Schleusenverband	Name des/der Gewässer(s)
Weitere Entnahmestelle		Name des/der Gewässer(s)
Ist betriebseigener Stauraum vorhanden? z.B. Teich oder Graben	1500 m ³	ja/nein Größe (m ³)
Stehen Betriebsflächen zum Bau von Beregnungsteichen zur Verfügung?		ja/ nein
Zusätzliche Bemerkungen		

BAND 2 – PLANVERZEICHNIS

Anlage	Inhalt	Maßstab
3.1a	Maßnahmenplanung Nordkehdingen Außendeich (Varianten)	M. 1: 50.000
3.2a	Maßnahmenplanung UHV Kehdingen (Varianten)	M. 1: 50.000